Pe APA | Publicación Electrónica
ASOCIACIÓN PALEONTOLÓGICA ARGENTINA

www.peapaleontologica.org.ar

Graptolitos del noroeste argentino de la "Colección Loss": Taxonomía, edad y correlación

BLANCA AZUCENA TORO[1,2]
NEXXYS CAROLINA HERRERA SÁNCHEZ[1,2]
GERARDO ANDRES LO VALVO[1,2]

1. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEFyN), Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Vélez Sarsfield 1611, Ciudad Universitaria, X5016CGA Córdoba, Córdoba, Argentina.
2. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (CICTERRA), Edificio CICTERRA. Av. Vélez Sarsfield 1611, Ciudad Universitaria, X5016CGA Córdoba, Córdoba, Argentina.

Recibido: 13 de enero 2024 - **Aceptado:** 23 de marzo 2024 - **Publicado:** 3 de julio 2024

Para citar este artículo: Blanca Azucena Toro, Nexxys Carolina Herrera Sánchez y Gerardo Andres Lo Valvo (2024). Graptolitos del noroeste argentino de la "Colección Loss": Taxonomía, edad y correlación. *Publicación Electrónica de la Asociación Paleontológica Argentina* 24(2): 1–22.

Link a este artículo: http://dx.doi.org/10.5710/PEAPA.23.03.2024.503

ISSN 2469-0228

Asociación Paleontológica Argentina
Maipú 645 1° piso, C1006ACG, Buenos Aires
República Argentina
Tel/Fax (54-11) 4326-7563
Web: www.apaleontologica.org.ar

ARTÍCULO Año 2024 - 24(2): 1–22
PeAPA Publicación Electrónica
ASOCIACIÓN PALEONTOLÓGICA ARGENTINA

GRAPTOLITOS DEL NOROESTE ARGENTINO DE LA "COLECCIÓN LOSS": TAXONOMÍA, EDAD Y CORRELACIÓN

BLANCA AZUCENA TORO[1,2], NEXXYS CAROLINA HERRERA SÁNCHEZ[1,2] Y GERARDO ANDRES LO VALVO[1,2]

[1]Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEFyN), Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Vélez Sarsfield 1611, Ciudad Universitaria, X5016CGA Córdoba, Córdoba, Argentina. *blanca.toro@unc.edu.ar*; *nexxys.herrera@unc.edu.ar*; *glovalvo@mi.unc.edu.ar*

[2]Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (CICTERRA), Edificio CICTERRA. Av. Vélez Sarsfield 1611, Ciudad Universitaria, X5016CGA Córdoba, Córdoba, Argentina.

BAT: https://orcid.org/0000-0002-1117-4677; **NCHS:** https://orcid.org/0000-0001-5616-1258; **GALV:** https://orcid.org/0000-0003-2705-8985

Resumen. Renato Loss fue un geólogo italiano que trabajó en el Instituto de Geología y Minería de Jujuy, Argentina, entre 1948 y 1952. Descubrió importantes localidades con graptolitos del Paleozoico temprano del Noroeste argentino y realizó aportes pioneros para el conocimiento de este grupo. La "Colección Loss" se conserva, desde hace más de seis décadas, en el Museo de Ciencias Naturales "Dr. Saturnino Iglesias" del Instituto de Geología y Minería de la Universidad Nacional de Jujuy. En este trabajo se presentan los resultados de sucesivas revisiones sistemáticas de los graptolitos que integran la misma. Se identificaron 14 especies, provenientes de distintos depósitos ordovícicos y silúricos de nueve localidades fosilíferas de las provincias de Salta y Jujuy, Argentina, de las cuales algunas se mencionan por primera vez en la región. Además, se incluyen las descripciones de cinco especies de material coleccionado por distintos investigadores en la Cuesta de Toquero, una localidad cercana a las estudiadas por el Dr. Loss, que se conservan en el repositorio paleontológico del Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, Córdoba, Argentina. Los resultados del análisis taxonómico permiten agregar valor a la colección estudiada, mediante la transferencia científica de su conocimiento. Aportan nuevas consideraciones acerca de la edad sugerida por las especies de importancia bioestratigráfica y permiten ajustar la correlación de los depósitos que las contienen.

Palabras clave. Graptolithina. Salta. Jujuy. Argentina. Ordovícico. Silúrico.

Abstract. GRAPTOLITES FROM THE NORTHWESTERN ARGENTINA OF THE "LOSS COLLECTION": TAXONOMY, AGE, AND CORRELATION. Renato Loss was an Italian geologist who worked at the Instituto de Geología y Minería de Jujuy since 1948 to 1952, finding out important localities with early Paleozoic graptolites from the Northwestern Argentina and providing pioneer records that increased the knowledge of this group. The "Loss Collection" has been housed in the Museo de Ciencias Naturales "Dr. Saturnino Iglesias" at the Instituto de Geología y Minería of the Universidad Nacional de Jujuy for over six decades. This paper comprises the outcomes of systematic taxonomic revisions of the graptolite specimens from the "Loss Collection". This study allowed to confirm the presence of 14 taxa coming from nine distinct Ordovician and Silurian sites in the Salta and Jujuy provinces, some of which are mentioned for the first time in the region. Additionally, we provide descriptions of five species coming from the Cuesta de Toquero stratigraphic section, closely located to the northern area explored by Dr. Loss. These specimens are preserved in the paleontological repository of the Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, Córdoba, Argentina. The taxonomic conclusions enrich the scientific value of the studied graptolite collection; provide new biostratigraphic insights, based on the recognized key taxa; and more accurate correlations of the yielding deposits.

Key words. Graptolithina. Salta. Jujuy. Argentina. Ordovician. Silurian.

La identidad taxonómica de los fósiles constituye el núcleo de cualquier estudio paleontológico y la actualización sistemática de las asignaciones de colecciones antiguas resulta clave para preservar el valor científico y de transferencia del conocimiento de las mismas. Las revisiones taxonómicas de colecciones históricas de nuestro país, tradicionalmente conocidas por su contenido de graptolitos, no han sido la excepción, ya que han permitido confirmar la presencia de taxones clave previamente mencionados, y el reconocimiento de nuevos registros. Esto conlleva establecer propuestas de esquemas bioestratigráficos regionales modernos y ajustar los ya existentes, resultando una herramienta necesaria para mejorar las dataciones relativas y la correlación de las secuencias fosilíferas estudiadas. Permite, a su vez, contrastar el marco bioestratigráfico obtenido a nivel regional, ajustándolo con los de otros grupos de importancia bioestratigráfica; y aportar información adicional en este sentido, para mejorar los esquemas de alta

resolución a escala global. Por otra parte, la actualización de las clasificaciones sistemáticas de colecciones depositadas en repositorios reconocidos oficialmente posibilita también la ampliación de la base de datos necesaria para realizar diversos análisis bioestratigráficos, paleoecológicos y paleobiogeográficos futuros.

El objetivo general de este trabajo consiste en llevar a cabo una revisión sistemática, con criterios modernos, de las muestras con graptolitos provenientes de distintas localidades fosilíferas de las provincias de Salta y Jujuy que integran la "Colección Loss" y constituyen una referencia tradicional para el Noroeste argentino (NOA) (Fig. 1.1). Involucra particularmente la puesta en valor de la colección, como parte de un Servicio de Transferencia de Alto Nivel (STAN 4848), aprobado por CONICET; y pretende además resaltar los registros de importancia bioestratigráfica y compararlos con aquellos provenientes de la Cuesta de Toquero con la finalidad de aportar nuevas precisiones acerca de su correlación.

Renato Loss fue un geólogo italiano nacido en el Piamonte en septiembre de 1914, doctorado en la Universidad de Padua en 1938 y que ejerció la docencia en la Universidad de Turín hasta 1943. Tras la II Guerra Mundial, fue incorporado por iniciativa de Abel Peirano como parte del grupo de profesionales extranjeros del Instituto de Geología y Minería, por entonces dependiente de la Universidad Nacional de Tucumán (Aceñolaza, 2013; Chayle *et al.*, 2013, fig. 5). Desarrolló sus tareas de investigación en Argentina, en San Salvador de Jujuy, hasta 1952, enfocándose principalmente en el estudio de las unidades paleozoicas de la Puna septentrional y de la Cordillera Oriental salto-jujeña, donde descubrió diversas localidades con graptolitos que dieron origen a las colecciones aquí revisadas. El material de la "Colección Loss" se encuentra alojado en el Museo de Ciencias Naturales "Dr. Saturnino Iglesias" del Instituto de Geología y Minería de la Universidad Nacional de Jujuy, bajo el prefijo JUY-P; mientras que los ejemplares coleccionados posteriormente por distintos autores en la cuesta de

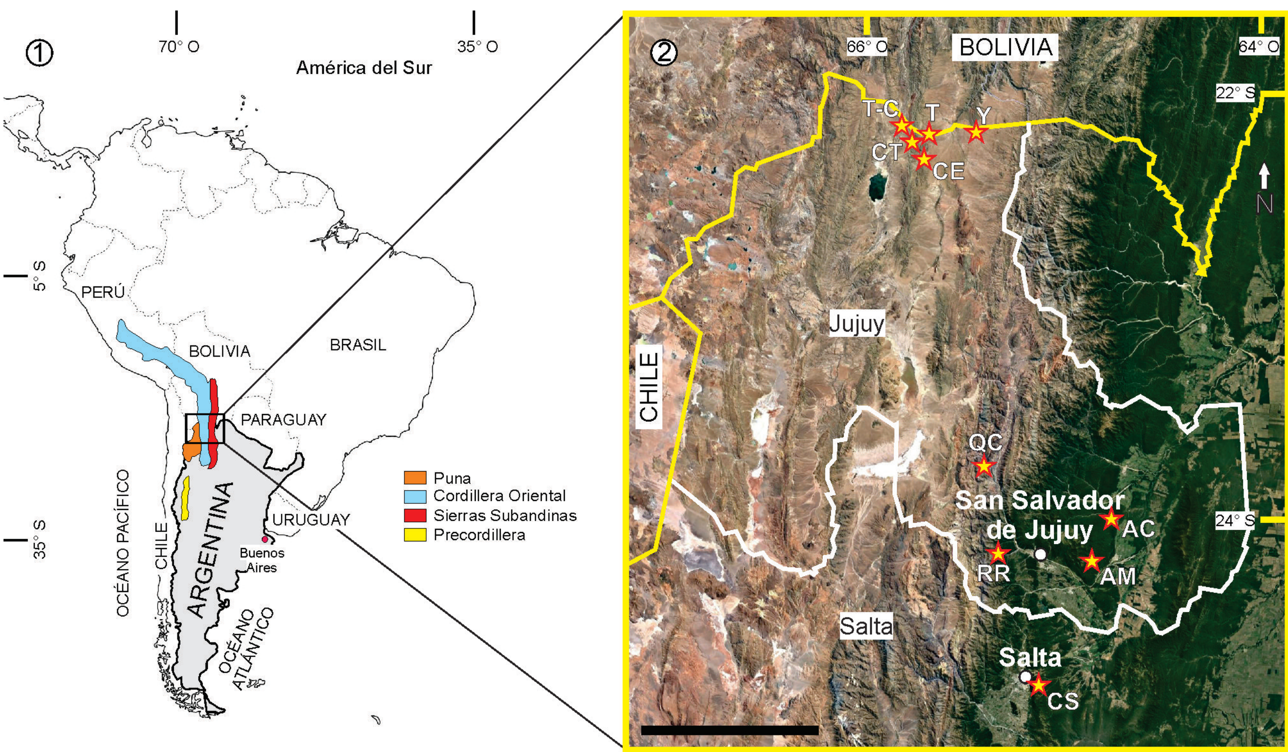


Figura 1. 1, Mapa de ubicación del noroeste de Argentina (provincias de Salta y Jujuy). **2,** Imagen satelital que muestra las localidades fosilíferas estudiadas en este trabajo (Google Earth, acceso diciembre 2023). Escala= 100 km. **AC,** Arroyo Las Capillas; **AM,** Arroyo Los Matos; **CE,** Cordón de Escaya; **CT,** Cuesta de Toquero; **CS,** Cerro San Bernardo; **QC,** Quebrada de Coquena; **RR,** Río Reyes; **T,** Cerro Tafna; **T-C,** Camino Tafna-Cienaguillas; **Y,** Yavi.

Toquero se encuentran identificados con la sigla CEGH-UNC, en el repositorio de muestras paleontológicas del Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (CICTERRA-CONICET-UNC).

ANTECEDENTES

Los resultados obtenidos a partir de revisiones taxonómicas previas de colecciones tradicionales de graptolitos de Argentina, como la “Colección Rusconi” del Museo de Ciencias Naturales y Antropológicas Juan Cornelio Moyano de la ciudad de Mendoza, dieron origen a sucesivas publicaciones científicas (Toro y Brussa, 2001, 2007; Brussa y Toro, 2004) que fueron consideradas contribuciones pioneras en la puesta en valor y conocimiento general de los graptolitos de nuestro país y tuvieron repercusión en el ámbito científico local e internacional (Peralta y Finney, 2002; Toro y Brussa, 2003; Ortega *et al.*, 2007a; Heredia, 2008; entre otros). Asimismo, constituyeron el principal antecedente para la propuesta del servicio de transferencia científica, aprobado oportunamente por el CONICET, en el que se encuadra este trabajo.

Entre los antecedentes relacionados directamente con la presente revisión taxonómica de graptofaunas del Ordovícico del NOA, puede mencionarse el primer registro de graptolitos de Argentina, proveniente del Portezuelo de Salta, asignado por Bulman (1931) a “*Didymograptus nitidus*” (J. Hall, 1865). Sin embargo, el estudio sistemático realizado posteriormente por Turner (1960) de tres colecciones de graptolitos provenientes del Cerro San Bernardo, concluye que en ninguna de ellas se ha podido confirmar la presencia de dicha especie. Por su parte, Steinmann y Hoek (1912) mencionaron nuevamente la presencia de “*D. nitidus*” en la Angostura de Queta en la provincia de Jujuy; y más recientemente, Monteros (2005) asigna también parte del material proveniente del Cerro San Bernardo a “*Didymograptellus nitidus*”.

La producción científica del Dr. Loss constituyó un gran aporte para el conocimiento paleontológico del NOA, relacionada fundamentalmente con la exploración de los depósitos paleozoicos y con la recolección y estudio de las faunas de graptolitos provenientes de distintas localidades de las provincias de Jujuy y Salta. Sus principales resultados quedaron reflejados en múltiples publicaciones nacionales e internacionales. A los pocos meses de su arribo a la Argentina, el Dr. Loss abordó detalladas investigaciones de campo en el área de La Quiaca, provincia de Jujuy, realizando su primera publicación (Loss, 1948). La misma incluye un mapa con la situación de ocho localidades fosilíferas, de donde proviene gran parte del material paleontológico descripto o citado en algunas de sus publicaciones posteriores. En esos yacimientos (los tres primeros ubicados entre La Quiaca y Yavi y el resto hacia el oeste en la región Puna) identificó diversos graptolitos, cuya lista amplió en la versión francesa de estas mismas investigaciones (Loss, 1949). Mencionó la presencia de “*Didymograptus nitidus*”, “*Didymograptus simulans*” (Elles y Wood, 1901), “*Didymograptus filiformis*” (Tullberg, 1880), de didymográptidos de los grupos de “*Didymograptus extensus-patulus*”, de “*Didymograptus v-fractus-deflexus*”, y de formas que se aproximan a “*Didymograptus bifidus*” (Hall, 1865); describe ejemplares de “*Didymograptus climacograptoides*” (Bulman, 1931) ubicados al oeste de la localidad de Tafna y señala registros de “*Tetragraptus quadribrachiatus*” (Hall, 1858), “*Tetragraptus pendens*” (Elles, 1898) y *Phyllograptus* cf. *typus* entre La Quiaca y Yavi (Loss, 1953a, 1953b, 1954). Cabe destacar que algunas de las localidades de Loss (1948, 1949) fueron mencionadas por Turner (1960) con una numeración diferente en una obra que incluye la revisión preliminar de parte de las faunas de graptolitos publicadas por los autores que por entonces habían estudiado graptolitos en Argentina, pero sin contar con los datos del Dr. Loss.

Más tarde, entre el material proveniente del cerro San Bernardo (Salta) y del dique de La Ciénaga (Jujuy), Loss (1951) describió la presencia de 15 taxones, entre los que se destacan 2 nuevas especies y una nueva variedad. Más recientemente, Monteros (2005) describió ejemplares deflexos correspondientes a *Corymbograptus* aff. *C. v-fractus*, *Baltograptus deflexus* (Elles y Wood, 1901), *Baltograptus vacillans* (Tullberg, 1880) y “*Didymograptellus nitidus*”, en depósitos coleccionados de distintas secciones estratigráficas de la sierra de Mojotoro, entre las que incluye la del Cerro San Bernardo.

Por su parte, Bahlburg *et al.* (1990) mencionaron la presencia de *Isograptus caduceus* cf. *nanus* asociado a *Tetragraptus* cf. *quadribrachiatus*; “*Corymbograptus*” cf. *vacillans* y *Acrograptus filiformis* (Tullberg, 1880) en distintos niveles

ubicados al noroeste del Cordón de Escaya, asignándoles una edad "arenigiana temprana" a los depósitos estudiados. Posteriormente, Gutiérrez-Marco *et al.* (1996) revisaron el material previamente estudiado por Aceñolaza (1980) al NO del Cordón de Escaya, en la Cuesta de Toquero, reasignándolo a *Pendeograptus pendens liber* (Carter, 1989), *Tetragraptus quadribrachiatus*, *T.* cf. *rigidus, Etagraptus zhejiangensis* (Geh, 1964), *Aulograptus cucullus* (Bulman, 1932) y *Holograptus* sp. Sucesivamente, Toro y Brussa (1997a) y Toro y Lo Valvo (2017) confirmaron la edad ordovícica media (Darriwiliano temprano) postulada por Gutiérrez-Marco *et al.* (1996), a partir del hallazgo de la especie clave *Levisograptus austrodentatus* (Harris y Keble, 1932) en depósitos ubicados a unos pocos kilómetros al SO de la localidad de Tafna, justo antes del comienzo de la Cuesta de Toquero; y Toro *et al.* (2023) y Lo Valvo *et al.* (2023) presentaron resultados preliminares de la revisión de la colección de graptolitos realizada por el Dr. Loss en distintas localidades de Salta y Jujuy.

Por otro lado, las referencias de graptolitos silúricos del NOA resultan más escasas. En la Cordillera Oriental se restringen a la primera descripción realizada por Toro (1995a) de la asociación de *Paraclimacograptus innotatus* (Nicholson, 1869), *Climacograptus retroversus* Bulman y Rickards, 1968 y *Stimulograptus sedgwickii* (Portlock, 1843), registrada en los niveles inferiores de la Formación Lipeón expuestos en la quebrada de Chamarra y asignada a la Biozona de *S. sedgwickii* (Llandoveriano medio–Llandoveriano medio–tardío?). Posteriormente, Rickards *et al.* (2002) describen por primera vez para las Sierras Subandinas una graptofauna constituida por *Talacastograptus leanzai* Cuerda *et al.*, 1988 y *Metaclimacograptus*? *robustus*; y confirman la presencia de las biozonas de *Parakidograptus acuminatus* y *Atavograptus atavus* (Llandoveriano temprano) en la parte inferior de la Formación Lipeón que aflora en las sierras de Zapla (mina 9 de octubre y quebrada Los Tomates) y Puesto Viejo (quebrada de Yuchán).

En el presente trabajo hemos podido revisar el material original de graptolitos recolectado en gran parte de las localidades estudiadas por el Dr. Loss, así como en algunas otras que no llegó a publicar, pero que se conservaron etiquetadas como parte de su colección. Las muestras fueron inventariadas originalmente con siglas asignadas de acuerdo a las localidades de proveniencia, y más recientemente se adicionó el prefijo JUY-P (correspondiente al repositorio oficial del Museo de Ciencias Naturales "Dr. Saturnino Iglesias" del Instituto de Geología y Minería de la Universidad Nacional de Jujuy) al material incluido en esta publicación. En la Figura 1 se mantuvo la denominación original de las localidades fosilíferas que figuran tanto en el inventario de la colección como en las etiquetas de las muestras revisadas. El material estudiado fue coleccionado de los depósitos ubicados en la zona norte de la provincia de Jujuy, que se encuentran expuestos en las cercanías del camino entre Tafna y Cienaguillas, en el Cordón de Escaya y en el Cerro Tafna (Puna Oriental); en la localidad de Yavi y más hacia el sur en la quebrada Coquena (Cordillera Oriental); en los arroyos Las Capillas y Los Matos (Sierras Subandinas); y en el río Reyes y en cerro San Bernardo (Cordillera Oriental), este último de la provincia de Salta (Fig. 1.2). Se analizaron también muestras provenientes de los afloramientos expuestos a lo largo de la Cuesta de Toquero, localizada hacia el oeste de la localidad de Tafna (Fig. 1.2); que fueron coleccionadas sucesivamente de ambos lados de la ruta nacional 40 por distintos autores.

CONSIDERACIONES PALEONTOLÓGICAS

A continuación, se describen e ilustran 10 taxones que fueron exhaustivamente revisados como parte del STAN mencionado en la introducción de este trabajo y de la Tesis Doctoral de uno de los autores (G.A.L.). En estas descripciones se actualizan y discuten las asignaciones taxonómicas previamente realizadas por Loss (1951) y se completa la información disponible hasta el presente para un mayor número de taxones de la Cuenca Andina Central. Las descripciones se realizaron aplicando criterios taxonómicos modernos que permiten ampliar la base de datos necesaria para realizar posteriores análisis cuantitativos, como los referidos al marco bioestratigráfico, afinidades paleobiogeográficas y diversidad de los graptolitos de dicha región. Para la clasificación taxonómica a nivel de género y superiores se siguieron las propuestas actualizadas recientemente en los distintos capítulos del *Treatise on Invertebrate Paleontology* (Maletz y Zhang, 2016; Maletz *et al.*, 2017, 2018a, 2018b; Maletz, 2019), principalmente referidas al desarrollo proximal de las colonias; mientras que a niveles

de especie y subespecie se aplicaron los criterios morfométricos más ampliamente utilizados en la bibliografía moderna, como el largo de la sícula, ancho de los estipes, disposición relativa de los estipes, número de tecas y presencia de bitecas (*e.g.*, Maletz, 2023a). Otros 10 taxones que se identifican e ilustran en la presente revisión (Figs. 2–7) y que fueron previamente descriptas detalladamente para diferentes secciones estratigráficas del NOA por Vento *et al.* (2012) y Lo Valvo *et al.* (2020), se mencionan y discuten en el apartado referente a las consideraciones bioestratigráficas, debido a su relevancia en este sentido. La lista completa de los taxones analizados se presenta en la Tabla 1.

Abreviaturas anatómicas. T1 a T11, número de teca.

PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA

Phylum HEMICHORDATA Bateson, 1885,
modificado por Fowler, 1892
Clase PTEROBRANCHIA Lankester, 1877,
modificado por Mitchell *et al.*, 2013
Subclase GRAPTOLITHINA Bronn, 1849,
modificado por Mitchell *et al.*, 2013
Orden GRAPTOLOIDEA Lapworth en Hopkinson y
Lapworth, 1875, modificado por Mitchell *et al.*, 2013
Suborden GRAPTODENDROIDINA Mu y Lin en Lin, 1981
Familia ANISOGRAPTIDAE Bulman, 1950

Género ***Kiaerograptus*** Spjeldnaes, 1963

Especie tipo. *Didymograptus kiaeri* Monsen, 1925. Capas inferiores de la Formación Ceratopyge Shale, Noruega. Ordovícico Temprano (Tremadociano tardío, Biozona de *Aorograptus victoriae*).

Kiaerograptus supremus Lindholm, 1991
Figuras 2.1–2, 3.1–6

1951 *Didymograptus nitidus* (Hall) Loss, p. 39, fig. 5; lám. 1, fig. 7.
1951 *Didymograptus vacillans* Tullberg, Loss, p. 43, figs. 8–10; lám. 1, fig. 9–17.
1951 *Didymograptus vacillans attenuatus* Monsen, Loss, p. 46, figs. 11–12; lám. 1, fig. 18.
1951 *Didymograptus vacillans dissimilis* Loss, p. 48, fig. 13; lám. 1, fig. 19; lám. 2, fig. 5.
1951 *Didymograptus vacillans-deflexus* transient Loss, p. 50, fig. 14; lám. 1, fig. 20; lám. 2, figs. 3–4.
1951 *Didymograptus deflexus* (Elles y Wood) Loss, p. 51, fig. 15; lám. 1, figs. 21–23; lám. I2, fig. 2.
1991 *Kiaerograptus supremus* Lindholm, p. 292–294, text-fig. 5.
2001 *Kiaerograptus supremus* Lindholm, Maletz y Egenhoff, p. 58, fig. 8.5.
2003 *Kiaerograptus supremus* Lindholm, Monteros y Moya, p. 2, fig. 1f.
?2005 *Didymograptellus nitidus* (J. Hall) Monteros, p. 166, lám. 38a–d; lám. 34a–d; fig. 6.25a–h, k.
2005 *Kiaerograptus*? *supremus* Lindholm, Monteros, p. 125, lám. 8c, d, fig. 6.9f.
?2005 *Baltograptus deflexus* (Elles y Wood) Monteros, p. 157, lám. 32b, d, e; lám. 33b, d; lám. 34a–d; lám. 35a, b, d, e; lám. 36a–e, fig. 6.21a–e, g–i; fig. 6.23b–g.
?2005 *Baltograptus vacillans* (Tullberg) Monteros, p. 162, lám. 37a–e; fig. 6.20g–k.
?2005 *Baltograptus* cf. *B. deflexus* (Elles y Wood) Monteros, p. 162, lám. 33c; fig. 6.24c; fig. 6.25j.
2018 *Kiaerograptus supremus* Lindholm, Maletz y Ahlberg, p. 5, fig. 4A, C, D.

Material referido. Numerosos especímenes regularmente preservados como compresiones carbonosas colectados en el cerro San Bernardo, provincia de Salta (Fig. 1.2). El material estudiado es parte de la "Colección Loss" y se encuentra numerado como JUY-P-420–425.

Distribución Geográfica y Estratigráfica. *Kiaerograptus supremus* fue inicialmente descrito en muestras del núcleo de pozo Krapperup y la sección Tøyen, en el sur de Suecia. Posteriormente, la especie ha sido ampliamente reconocida en Escandinavia, sur de Bolivia y posiblemente en Marruecos (Maletz, 1999; Maletz y Egenhoff, 2001; Egenhoff *et al.*, 2004; Gutiérrez-Marco y Martin, 2016; Maletz y Ahlberg, 2018; entre otros), entre las biozonas de *Sagenograptus murrayi* y *Hunnegraptus copiosus*, correspondientes al Tremadociano tardío (Tr2–Tr3 según Bergström *et al.*, 2009). En la Cordillera Oriental de Argentina también se han reconocido ejemplares de *K. supremus* en las secciones Parcha, Sierras de Mojotoro y Zenta (Monteros y Moya, 2003; Ortega y Albanesi, 2003; Albanesi *et al.*, 2011). El hallazgo que se describe en este trabajo fue identificado en lutitas verde amarillentas y confirma la presencia de esta especie en el NOA.

Descripción. Tubario denticulado de 4,75 mm de longitud en ejemplares maduros. Los estipes tienen un ancho que varía entre 0,9 mm en la T1 y se mantiene hasta llegar a 1 mm en la T6. Estos emergen de la sícula con un ángulo de 120°, dando un aspecto ligeramente declinado al tubario. La

sícula varía entre 1,7–1,8 mm de longitud, tiene un diámetro apertural de 0,3 mm y posee un nema de 1 mm. Se observa claramente la biteca sicular (Figs. 2.1–2, 3.1–6) y otras bitecas en los estipes (por ejemplo, en Fig. 2.1). Las tecas son curvas formando un ángulo de 40° con respecto al margen dorsal de los estipes. Hay 15 tecas en 10 mm.

Observaciones. Los especímenes estudiados presentan las características generales previamente mencionadas por Lindholm (1991) en la descripción original. Se distingue de *Kiaerograptus kiaeri* (Monsen, 1925), que también ha sido reconocida en el noroeste de Argentina (Albanesi y Ortega, 2016; Navarro *et al.*, 2019), porque este último presenta la apertura de la sícula libre. Loss (1951) describió como "*Didymograptus nitidus*", "*Didymograptus vacillans*", "*Didymograptus vacillans attenuatus*" (Monsen, 1937), "*Didymograptus vacillans dissimilis*" Loss, 1951, "*Didymograptus deflexus*" y "*Didymograptus vacillans-deflexus* transient" ejemplares que han sido revisados en este trabajo y asignados a *K. supremus* por la presencia de bitecas, tanto en la sícula como en las tecas. Monteros (2005) también asignó a "*Didymograptellus nitidus*", *Baltograptus vacillans*, *B. deflexus* y *B.* cf. *deflexus* ejemplares provenientes del cerro San Bernardo y aunque no se puede revisar el material, se infiere a partir de la presencia de bitecas siculares observadas en fotografías y dibujos que estos ejemplares también podrían corresponder a la especie *K. supremus*.

Suborden SINOGRAPTINA Maletz *et al.*, 2009

Familia SIGMAGRAPTIDAE Cooper y Fortey, 1982

Género ***Etagraptus*** Ruedemann, 1904, modificado por Cooper y Fortey, 1982

Especie tipo. *Tetragraptus* (*Etagraptus*) *lentus* Ruedemann, 1904. Capa con graptolitos 3, Deep kill, Estados Unidos. Ordovícico Temprano (Floiano, Biozona de *Didymograptellus bifidus*)–Ordovícico Medio (Dapingiano, Biozona de *Isograptus maximodivergens*).

Etagraptus harti (Hall, 1914)

Figura 4.1

1914 *Tetragraptus harti* Hall, p. 113–114, text-figs. 5–6.
1982 *Etagraptus harti* (Hall) Cooper y Fortey, p. 268–269, fig. 64.
1996 *Etagraptus zhejiangensis* (Geh) Gutiérrez-Marco *et al.*, lám. 1.10.

Material referido. Varios especímenes preservados como compresiones carbonosas que representan distintos estadios de la colonia. El material ilustrado se identifica como CEGH-UNC-27622 y proviene de la sección Cuesta de

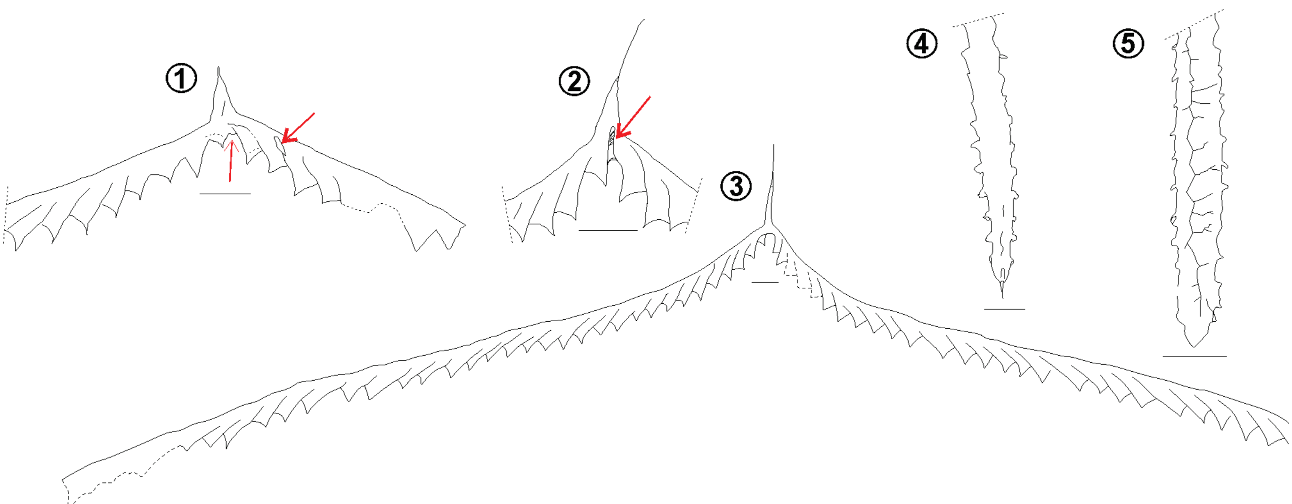


Figura 2. Graptolitos reconocidos en la "Colección Loss". **1–2, *Kiaerograptus supremus***; **1,** tubario declinado con bitecas, tanto en la sícula como en las tecas, indicadas con una flecha roja, **JUY-P-422**; **2,** espécimen joven que muestra un pequeño nema y biteca sicular indicada con una flecha roja, **JUY-P-421**. Ambos ejemplares provienen del Cerro San Bernardo; **3, *Corymbograptus v-fractus tullbergi*** (Monsen, 1937), ejemplar adulto con aspecto deflexo y sícula prominente y delgada, **JUY-P-442**, Cordón de Escaya; **4–5, *Talacastograptus leanzai***; tubarios biseriados con tecas metaclimacográptidas, ganchos geniculares y estructura interna con listas en zig-zag, **JUY-P-440, 441**, Arroyo de Los Matos. Escalas= 1 mm.

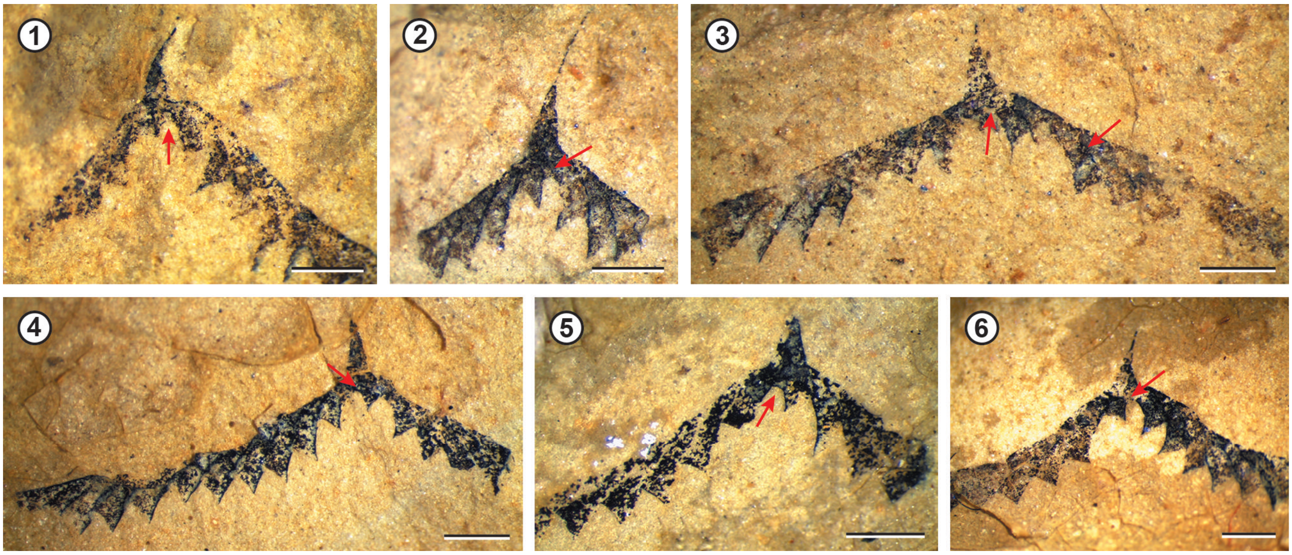


Figura 3. ***Kiaerograptus supremus***; **1,** tubario declinado y denticulado, **JUY-P-420**; **2,** ejemplar juvenil que presenta un pequeño nema y exhibe claramente la biteca sicular indicada con una flecha roja**, JUY-P-421**; **3,** espécimen adulto con hábito declinado y bitecas, tanto en la sícula como en las tecas, indicadas con una flecha roja, **JUY-P-422**; **4,** tubario denticulado de un ejemplar adulto, **JUY-P-423**; **5,** ejemplar adulto donde se puede observar la biteca sicular señalada con una flecha roja, **JUY-P-424**; **6,** tubario robusto denticulado de un espécimen adulto, **JUY-P-425**. Todo el material ilustrado proviene del Cerro San Bernardo, provincia de Salta. Escalas= 1 mm.

Toquero, ubicada entre las localidades de Tafna y Cienaguillas, provincia de Jujuy (Fig. 1.2).

Distribución Geográfica y Estratigráfica. El material original asignado a *E. harti* proviene de niveles "bendigonianos" de Victoria, Australia. La especie también se registra en distintas regiones del mundo como Noruega, Kazajistán, Nueva Zelanda (Tsai, 1974; Cooper, 1979; Cooper y Fortey, 1982; entre otros). En Perú, Maletz *et al.* (2010) reportaron la presencia de *E. harti* en rocas darriwilianas. En la Precordillera argentina hay material referido a la especie (Brussa, 1997), mientras que en la Cuenca Andina Central Bahlburg *et al.* (1990) comparan el material de Aguada de la Perdiz con *E. harti*. Por su parte, Toro y Brussa (2003) mencionan la presencia del taxón en Toquero a partir de material nuevo y de material asignado previamente a *Etagraptus zhejiangensis* por Gutiérrez-Marco *et al.* (1996). Las presentes constituyen las primeras descripciones y discusiones completas que se hacen de *E. harti* con material proveniente del Noroeste argentino.

Descripción. Tubario con estipes de hasta segundo orden divergiendo de un funículo de 2,8 mm de largo. Estos estipes son rectos y formando ángulos que van desde los 80° a los 90°. Los mismos muestran un ancho constante aunque el ancho real de los estipes no se observa, ya que el material se encuentra imbuido en la roca. Se observan algunas tecas a lo largo de los estipes. Las mismas son tubos simples sin ensanchamiento con un muy bajo ángulo de divergencia respecto al eje principal de los estipes, tendiendo a ser subparalelos a este en algunos casos. Las características proximales no se observan debido al nivel de preservación de los ejemplares.

Observaciones. Las características morfométricas de los ejemplares estudiados coinciden con las descripciones de *E. harti* (Hall, 1914; Williams y Stevens, 1988). Si bien el aspecto general de la colonia puede recordar a aquellas de *Eotetragraptus quadribrachiatus*, esta especie presenta estipes considerablemente más anchos y tecas con un leve ensanchamiento distal y que se disponen a un mayor ángulo respecto al eje mayor de los estipes. El material también podría confundirse con colonias juveniles del género *Holograptus*, aunque las diferencias en la morfología tecal permiten reconocer el material como perteneciente al género *Etagraptus*. Por último, no puede descartarse que el ejemplar ilustrado por Gutiérrez-Marco *et al.* (1996, lám. 1, fig. 10) como *Etagraptus zhejiangensis* corresponda realmente a *E. harti*, ya que proviene de niveles equivalentes a los portadores de esta última especie, de la misma sección, donde pueden encontrarse ejemplares con

distinta inclinación y grado de deformación de los estipes secundarios.

Familia SINOGRAPTIDAE Mu, 1957

Género ***Holmograptus*** Kozlowski, 1954

Especie tipo. *Didymograptus callotheca* Bulman, 1932. Grå Vaginatumkalk, Hälludden, Öland, Suecia. Ordovícico Medio (Darriwiliano temprano, biozonas de *Levisograptus austrodentatus – Holmograptus lentus*).

Holmograptus bovis Williams y Stevens, 1988

Figura 4.2

1932 *Didymograptus callotheca* Bulman (pars), p. 16–19; text-fig. 5 (non text-figs. 2–4 = *D. callotheca*).
1988 *Holmograptus bovis* Williams y Stevens, p. 88, pl. 33, figs. 6–14; text-figs. 79J, K; 80.
1997a *Holmograptus* cf. *bovis* Toro y Brussa, p. 126.

Material referido. Algunos ejemplares completos y regularmente conservados como compresiones carbonosas y restos fragmentarios. El ejemplar de la Figura 4.2 está numerado como CEGH-UNC-27624 y fue colectado en depósitos que afloran en la localidad de Cuesta de Toquero, provincia de Jujuy (Fig. 1.2).

Distribución Geográfica y Estratigráfica. La especie fue definida por Williams y Stevens (1988) en muestras del Grupo Cow Head, Canadá, en la Biozona de *Levisograptus austrodentatus* (Darriwiliano temprano, Dw1 según Bergström *et al.*, 2009). El material estudiado en este trabajo fue previamente comparado con *H. bovis* por Toro y Brussa (1997a). *Holmograptus bovis* se encuentra presente en diversas secciones estratigráficas de la Precordillera argentina, como quebrada Oculta, Las Aguaditas, Cerro La Chilca y Cerro Viejo (Ortega *et al.*, 2007b; Serra *et al.*, 2018, 2020) en la Biozona de *Levisograptus dentatus*. Esta revisión permite confirmar su registro en la sección estudiada ampliando su distribución geográfica a la región del noroeste de Argentina.

Descripción. Tubario levemente declinado con sícula corta de aspecto robusto de 0,63 mm de largo y una pared libre ventral muy pequeña de 0,1 mm. En su extremo distal muestra un rutelo pequeño que se proyecta del margen apertural. Presenta estipes muy delgados con un ancho promedio de 0,2 mm. Las tecas son ligeramente sinuosas y presentan aperturas modificadas.

Observaciones. El material estudiado presenta las características distintivas de la especie, un tubario declinado con una sícula pequeña y rutelo y proceso antirrutelar tanto en la sícula como en las tecas (Williams y Stevens, 1988).

Suborden DICHOGRAPTINA Lapworth, 1873

Familia DICHOGRAPTIDAE Lapworth, 1873

Género ***Holograptus*** Holm, 1881

Especie tipo. *Holograptus expansus* Holm, 1881. Sección de Diabasbrottet, Suecia. Ordovícico Temprano (Floiano, Biozona de *Paratetragraptus approximatus/ Tetragraptus phyllograptoides*).

Holograptus expansus Holm, 1881

Figura 4.3

1881 *Holograptus expansus* Holm. p. 46, pl. 12, figs. 1–2.
1996 *Holograptus* sp. Gutiérrez-Marco *et al.*, lám. 1.6, 1.11.

Material referido. Se halló una colonia incompleta en estado de desarrollo avanzado identificada como CEGH-UNC-27623. El material fue colectado en la sección Cuesta de Toquero, provincia de Jujuy (Fig. 1.2).

Distribución Geográfica y Estratigráfica. La especie fue definida en Suecia dentro de la Biozona de *Tetragraptus phyllograptoides* del Floiano temprano. También fue mencionado para la misma biozona en la sección Culpina al sur de Bolivia (Maletz *et al.*, 1999; Egenhoff *et al.*, 2004). La presencia de *Holograptus expansus* en la Biozona de *Levisograptus austrodentatus* significa la primera mención de la especie para Argentina y extiende su biocrón hasta el Darriwiliano temprano (Dw1).

Descripción. Colonia multirramosa con estipes de hasta cuarto orden. El funículo presenta un largo de 2,8 mm del cual se bifurcan los estipes principales dispuestos en forma de cruz. Los estipes de tercer orden divergiendo en ramificaciones laterales con ángulos que varían entre 30° y 70°. El punto de origen de las primeras ramificaciones laterales se ubica a una distancia de 30,5 y 35 mm del funículo, mientras que las siguientes ramificaciones se dan en intervalos cada vez menores. Las características proximales y tecales no se observan debido al nivel de preservación del material.

Observaciones. El material estudiado coincide en forma y

dimensiones al ilustrado y descripto originalmente para la especie *H. expansus* por Holm (1881). Se diferencia de otros géneros principalmente por sus ramificaciones laterales y el carácter irregular que presentan. Es importante tener en cuenta que la especie *Holograptus deani* Elles y Wood, 1902 se asemeja a *H. expansus* y que las características que diferencian a ambas especies no son preservadas en nuestro material, las mismas autoras reconocen que su especie, *H. deani*, bien podría ser parte de *H. expansus* indicando una mayor diversidad intraespecífica para esta especie. Esto podría apoyarse en que ambas especies fueron erigidas a partir de un único ejemplar, impidiendo incluir la variación intraespecífica de cada una.

Familia PHYLLOGRAPTIDAE Lapworth, 1873
Género ***Pendeograptus*** Bouček y Příbyl, 1952

Especie tipo. *Tetragraptus pendens* Elles, 1898. Formación Loweswater, Skiddaw Slates, Cumbria, Reino Unido. Ordovícico Temprano (Floiano, Biozona de *Paratetragraptus approximatus*).

Pendeograptus pendens (Elles, 1898)
Figura 4.4

1898 *Tetragraptus pendens* Elles, p. 491–492, fig. 13.
1988 *Pendeograptus pendens* (Elles) Williams y Stevens, p. 38, pl. 6, fig. 4.
2017 *Pendeograptus pendens* (Elles) VandenBerg, p. 65, fig. 29.

Material referido. Un ejemplar completo con molde y contramolde bien preservado que se identifica como JUY-P-426. El material estudiado en este trabajo es parte de la “Colección Loss” y fue colectado en la sección Cerro Tafna, provincia de Jujuy (Fig. 1.2).

Distribución Geográfica y Estratigráfica. *Pendeograptus pendens* fue originalmente descrito en material proveniente del Grupo Skiddaw, cerca de Keswick, al norte de Inglaterra (Elles, 1898). Seguidamente esta especie se reconoció en América del Norte, Australia, Nueva Zelanda y China (Ruedemann, 1904; Mu *et al.*, 2002; VandenBerg, 2017 y referencias allí mencionadas). Su rango bioestratigráfico abarca el Floiano temprano–medio y posiblemente unidades bioestratigráficas más jóvenes (VandenBerg, 2017). El material que se revisa en este trabajo permite reconocer esta especie por primera vez en el NOA.

Descripción. Tubario completo con cuatro estipes pendientes que presentan un ancho de 0,5 mm en la T1 y se mantiene uniforme hasta llegar a 0,7 mm en la T6. La sícula es larga y conspicua de 2,4 mm. Las tecas son largas y ligeramente inclinadas, se observaron 9 tecas en 10 mm.

Observaciones. Las características observadas como el largo de la sícula, ancho de los estipes y traslapamiento tecal, coinciden con la descripción e ilustraciones presentadas para *P. pendens* por Rickards y Chapman (1991) y VandenBerg (2017). Se distingue de *Tshallograptus fruticosus* (Hall, 1858)



Figura 4. Graptolitos de las provincias de Jujuy descriptos en esta revisión. **1,** ***Etagraptus harti***; ejemplar juvenil que exhibe el funículo largo característico de la especie, **CEGH-UNC-27622**, Cuesta de Toquero. **2,** ***Holmograptus bovis***; tubario declinado de un espécimen juvenil que muestra la sícula corta, **CEGH-UNC-27624**, Cuesta de Toquero. **3,** ***Holograptus expansus***; colonia multirramosa con estipes de hasta tercer orden, **CEGH-UNC-27623**, Cuesta de Toquero. **4,** ***Pendeograptus pendens***; ejemplar completo con sus cuatro estipes pendientes, **JUY-P-426**, Cerro Tafna. **5,** ***Pendeograptus pendens liber***; tubario de hábito pendiente con estipes que se ensanchan en la parte distal, **CEGH-UNC-27625**, Cuesta de Toquero. Escalas= 1 mm.

porque este último presenta un tubario más robusto con estipes más anchos (aproximadamente 0,8–1 mm en la T1 hasta llegar a 3–4 mm en la parte más distal) y un menor número de tecas por centímetro (VandenBerg, 2017); aunque no se descarta la posibilidad de que esta especie pueda ser reconocida en la región, ya que existe material de la sección Cordón de Escaya pobremente preservado que no pudo ser identificado. Por otro lado, *P. pendens* se diferencia del material proveniente de la Cuesta de Toquero, previamente asignado a *P. pendens liber* por varios autores (Gutiérrez-Marco *et al.*, 1996; Toro y Brussa, 1997a, 2003) ya que esta subespecie presenta estipes que se ensanchan mucho más en la parte distal, entre 1–1,2 mm (Fig. 4.5).

Familia DIDYMOGRAPTIDAE Mu, 1950
Género ***Aulograptus*** Skevington, 1965

Especie tipo. *Didymograptus cucullus* Bulman, 1932. Grå Vaginatumkalk, Hälludden, Öland, Suecia. Ordovícico Medio (Darriwiliano temprano, biozonas de *Levisograptus austrodentatus* – *Nicholsonograptus fasciculatus*).

Aulograptus climacograptoides (Bulman, 1931)
Figuras 5.1–2

1931 *Didymograptus climacograptoides* Bulman, p. 41–42, text-fig. 16; pl. 3, figs. 8, 9.
1953a *Didymograptus climacograptoides* Bulman, Loss, p. 30–32, fig. 1.
1954 *Didymograptus climacograptoides* Bulman, Loss, p. 190–192, fig. 1.
1996 *Aulograptus cucullus* (Bulman) Gutiérrez-Marco *et al.*, p. 727, lám. 1, figs. 12–13.
1997 *Aulograptus climacograptoides* (Bulman) Maletz, p. 29, text-figs. 10A–E.
2003 *Aulograptus climacograptoides* (Bulman) Toro y Brussa, p. 446, lám. 7, figs. 3–5.

Material referido. Numerosos ejemplares preservados como compresiones carbonosas, representando los distintos estadios de desarrollo de la especie. Parte del material ilustrado pertenece a la "Colección Loss", realizada en el camino de Tafna-Cienaguillas (Fig. 1.2) y se identifica con la sigla JUY-P-427. Se incluye también aquí, la ilustración de otro ejemplar numerado como CEGH-UNC-27626, localizado posteriormente en la Cuesta de Toquero (Fig. 1.2).

Distribución Geográfica y Estratigráfica. *Aulograptus climacograptoides* fue descrito por primera vez en material proveniente de Korpa, Bolivia (Bulman, 1931) y sucesivamente reconocido en la Cordillera Oriental de Perú (Gutiérrez-Marco *et al.*, 2019). Esta especie también ha sido reconocida en Escandinavia (Maletz, 1997; Maletz y Ahlberg, 2011, 2021; Maletz *et al.*, 2020) y China (Chen *et al.*, 2006). Loss (1953a, 1954) menciona la presencia de "*Didymograptus climacograptoides*" en depósitos que afloran en el camino que une Tafna y Cienaguillas, provincia de Jujuy (Fig. 1.2). Tiempo después, Gutiérrez-Marco *et al.* (1996) identificaron ejemplares de "*A. cucullus*" a partir de escaso material proveniente de la Cuesta de Toquero, Puna de Argentina, aunque proponen que esta especie sería un sinónimo junior de *A. climamograptoides*, confirmado posteriormente por Maletz (1997). Estos autores indican que los ejemplares referidos como "*Didymograptus? nanus*" Lapworth en Hopkinson y Lapworth, 1875 en Morro Corralito por Bahlburg *et al.* (1990) y tal vez el de la región de Salar del Hombre Muerto (Aceñolaza *et al.*, 1975), corresponderían asimismo al género *Aulograptus*. Toro y Brussa (1997a) también mencionan la presencia de *A. cucullus* en la porción inferior de los estratos que afloran en la ruta Toquero-Tafna. En el presente trabajo se revisa el material de la "Colección Loss" y los ejemplares coleccionados posteriormente en el área de la cuesta de Toquero y se reafirma la presencia *de A. climacograptoides* en la Puna de Argentina. La especie ha sido identificada entre las biozonas de *Levisograptus austrodentatus* y *Nicholsonograptus fascilatus* del Darriwiliano temprano a medio (Dw1-Dw2 según Bergström *et al.*, 2009).

Descripción. Tubario con estipes paralelos de aproximadamente 10 mm de longitud y una sícula que varía entre 1,4–1,7 mm. Los estipes divergen con un ángulo de 110–130° dando un aspecto pendiente al tubario. La parte proximal de los estipes es de 0,4 mm de ancho y se incrementa suavemente hasta 0,6 mm en la T11. Presenta tecas climacográptidas con una porción del margen ventral paralela a la pared dorsal del estipe y el margen apertural ligeramente cóncavo. El número de tecas en 10 mm es de 16.

Observaciones. Tanto las muestras previamente estudiadas por Loss (1953a) como el material nuevo de la Cuesta de Toquero coinciden con la descripción de Bulman (1931) para la especie, principalmente en el hábito pendiente con estipes paralelos y en la morfología tecal.

Género ***Baltograptus*** Maletz, 1994

Especie tipo. *Didymograptus vacillans* Tullberg, 1880. Kiviks Esperöd, Scania, Suecia. Ordovícico Temprano (Floiano, biozonas de *Cymatograptus protobalticus – Baltograptus minutus*).

Baltograptus kurcki (Törnquist, 1901)
Figura 5.3

1901 *Didymograptus kurcki* Törnquist, p. 20, lám. 3, figs. 1–5.
1994 *Baltograptus kurcki* (Törnquist) Maletz, p. 36.
2013 *Baltograptus kurcki* (Törnquist) Maletz y Slovacek, p. 1115, figs. 1A, C, 5B, 8.
2023b *Baltograptus kurcki* (Törnquist) Maletz, p. 12, figs. 7N–S.

Material referido. Varios ejemplares bien preservados como películas carbonosas y en algunos casos afectados por deformación que integran la "Colección Loss". El material que se presenta en la Figura 5.3 se encuentra numerado como JUY-P-429 y proviene de las secciones Cordón de Escaya y Cerro Tafna, provincia de Jujuy (Fig. 1.2).

Distribución Geográfica y Estratigráfica. La especie fue definida por Törnquist (1901) en la Formación Tøyen Shale, Suecia y sucesivamente reconocida en otras localidades de Escandinavia (Maletz y Slovacek, 2013; Maletz, 2023b). También ha sido reconocida en depósitos equivalentes del sur de China (Mu *et al.*, 2002), Marruecos (Gutiérrez-Marco y Martin, 2016) y registrada en la Cordillera Oriental de Argentina en niveles de la Formación Acoite (biozonas de *Tetragraptus akzharensis*, *B.* cf. *B. deflexus* y *D. bifidus*), en las secciones Chamarra, Agua Chica y Lumará, provincia de Jujuy (Toro, 1995b, 1997). Posteriormente, Martínez *et al.* (1999) registraron su presencia en la sección Muñayoc, en la Puna oriental, provincia de Jujuy. Por último, Toro y Brussa (1997b) mencionan la presencia de *Baltograptus kurcki* en la Formación Suri (cuenca de Famatina, provincia de La Rioja), en niveles asignados a las biozonas de *Baltograptus* cf. *B. deflexus* y *Didymograptellus bifidus*. Estos hallazgos de *B. kurcki* permiten reconocer por primera vez la presencia de esta especie en las localidades fosilíferas revisadas en este trabajo.

Descripción. Tubarios delgados de hábito declinado. El largo de la sícula es de 1,3 mm en promedio y el margen apertural tiene un ancho de 0,17 mm. Los estipes divergen de la sícula a distintas alturas dando un aspecto proximal asimétrico. Alcanzan un largo máximo de 10 mm y un ancho de 0,45 mm en la T1, que aumenta levemente hasta valores alrededor de 0,6 mm en la parte distal. Las tecas son largas y en su mayoría de margen ventral recto y se estiman aproximadamente 15 tecas en 10 mm.

Observaciones. Se reconocieron varios tubarios delgados de hábito declinado asignables a *B. kurcki*, que coinciden con esta especie en las principales medidas morfométricas de la sícula y del ancho de los estipes, previamente señaladas por otros autores (Maletz y Slovacek, 2013). Este material se distingue de *B. deflexus* principalmente por el hábito de las colonias, declinado en la primeramente mencionada y deflexo en la segunda.

Baltograptus minutus (Törnquist, 1879)
Figura 5.4

1879 *Didymograptus minutus* Törnquist, p. 447, 2 figs.
1994 *Baltograptus minutus* (Törnquist) Maletz, p. 36, fig. 6G, H; lám. 1, fig. E. (erróneamente indicado como 6F y 6H en la explicación de la figura).
1994 *Baltograptus minutus* (Törnquist) Toro, lám. 2, figs. 6, 12.
2013 *Baltograptus minutus* (Törnquist) Maletz y Slovacek, p. 1113, figs. 1E, 3A, 5C, 6, 7.

Material referido. Dos ejemplares juveniles regularmente preservados que integran la "Colección Loss", colectados en la sección Cerro Tafna, provincia de Jujuy (Fig. 1.2). El ejemplar ilustrado se identifica como JUY-P-428.

Distribución Geográfica y Estratigráfica. La especie fue originalmente definida por Törnquist (1879) en lutitas correspondiste a la Formación Tøyen Shale en Suecia y posteriormente reconocida en diversas localidades fosilíferas de Escandinavia en depósitos de edad floiana tardía (Maletz y Slovacek, 2013 y referencias allí). En Argentina, *B. minutus* ha sido identificada en afloramientos de la Formación Acoite, secciones Los Colorados y Chamarra, provincia de Jujuy, en niveles asignados a la Biozona de *Didymograptellus bifidus* (Floiano tardío, Fl3 según Bergtröm *et al.*, 2009) (Toro, 1994). También se reconoció en la región norte de la Cordillera Oriental argentina, en la sección Río La Huerta, en el área de Santa Victoria, provincia de Salta (Toro *et al.*, 2015). En la parte oriental de la Puna jujeña fue identificada en las secciones Muñayoc y Río Santa Rosa, en la provincia de Jujuy (Martínez *et al.*, 1999; Toro *et al.*, 2006; Lo Valvo *et al.*, 2020). La especie también fue registrada en

Bolivia (Toro y Maletz, 2018), en el sur de China (Mu *et al.*, 2002) y Marruecos (Gutiérrez-Marco y Martin, 2016). El material estudiado aquí constituye la primera mención de este taxón para la sección Cerro Tafna, permitiendo ampliar la base de datos taxonómica de la región.

Descripción. Tubarios juveniles pendientes con estipes que se ensanchan aproximadamente 0,6 mm en la T1 y hasta 0,7 en la T4. La sícula presenta un largo aproximado de 1,4 mm con un ancho apertural de 0,26 mm. Las tecas poseen márgenes rectos y divergen del eje de los estipes con ángulos que varían entre 20° y 30°.

Observaciones. Los ejemplares estudiados se asignaron a *B. minutus* debido a que coinciden con la morfología general de esta especie: con tubario pendiente, estipes delgados y sícula prominente y delgada (Maletz y Slovacek, 2013). El desarrollo proximal de tipo *artus* resulta difícilmente observable debido a la deficiente preservación del material. Los ejemplares analizados se distinguen de otras especies de baltográptidos que aparecen en el área principalmente por su hábito pendiente; mientras que se diferencia de *D. bifidus* porque este presenta una sícula más pequeña y robusta (Cooper y Fortey, 1982; Williams y Stevens, 1988).

Suborden AXONOPHORA Frech, 1897
Familia DIPLOGRAPTIDAE Lapworth, 1873
Subfamilia DIPLOGRAPTINAE Lapworth, 1873

Género ***Levisograptus*** Maletz, 2011

Especie tipo. *Fucoides dentatus* Brongniart, 1828. Lévis, Québec, Canadá. Ordovícico Medio (Dapingiano tardío, Biozona de *Exigraptus clavus*–Darriwiliano, Biozona de *Holmograptus lentus*).

Levisograptus austrodentatus (Harris y Keble, 1932)
Figuras 5.4–7

1932 *Diplograptus (Glyptograptus) austrodentatus* Harris y Keble, p. 39, lám. 5, fig. 5; figs. 1–4.
1980 *Undulograptus austrodentatus* (Harris y Keble) Jenkins, p. 293, figs. 1, 4B, 7B.
1988 *Undulograptus austrodentatus austrodentatus* (Harris y Keble) Williams y Stevens, p. 160–165, lám. 31, figs. 3–6; lám. 32, figs. 1–14; lám. 33, figs. 1, 2; text-figs. 81A–AA.
2003 *Undulograptus austrodentatus* (Harris y Keble) Toro y Brusa, p. 499, lám. 13, figs. 11–12, 15.
2011 *Levisograptus austrodentatus* (Harris y Keble) Maletz, p. 853, text-fig. 2F.
2017 *Levisograptus austrodentatus* (Harris y Keble) Toro y Lo Valvo, p. 51.

Material referido. Algunos ejemplares conservados como películas carbonosas y otros piritizados. Los ejemplares que se ilustran provienen de la sección de la Cuesta de Toquero, provincia de Jujuy (Fig. 1.2) y se identifican como CEGH-UNC-27627 y CEGH-UNC-27628 (Fig. 5.5–6). Se incluye además en esta revisión parte del material coleccionado en las cercanías de la localidad de Tafna, previamente estudiado por Toro y Brussa (1997a) y Toro y Lo Valvo (2017), que se encuentra numerado como CEGH-UNC-27631 (Fig. 5.7).

Distribución Geográfica y Estratigráfica. Esta especie fue originalmente descrita en Victoria, Australia, en la "Zona D2 del Darriwiliano" (Harris y Keble, 1932). También ha sido reconocida en la Precordillera argentina, Escandinavia, SO China y América del Norte (Williams y Stevens, 1988; VandenBerg y Cooper, 1992; Mitchell y Maletz, 1995; Mitchell *et al.*, 1997; Toro y Brussa, 2003; Maletz, 2011; Beresi *et al.*, 2017; Serra *et al.*, 2018). Ejemplares comparables con *Levisograptus austrodentatus* fueron mencionados por primera vez en el Noroeste argentino, en las cercanías de la localidad de Tafna (parte sur de la Cuesta de Toquero) y posteriormente en la quebrada del Corral (en el camino que une Tuxa y Los Colorados), en la Cordillera Oriental; y resultan indicadores de una edad ordovícica media (Darriwiliano temprano) para esos niveles (Toro y Lo Valvo, 2017; Herrera Sánchez *et al.*, 2018). El material que se revisa en este trabajo permite confirmar la presencia de la especie en la Puna de Argentina.

Descripción. Tubarios biseriados de aproximadamente 9,6 mm de longitud, en algunos casos se pudo observar un nema prominente que llega a medir 10 mm. El extremo proximal es suavemente redondeado y el ancho varía entre 1–1,3 mm, llegando hasta 1,6 mm en la parte distal del tubario. Las tecas son delgadas y presentan doble curvatura que les confiere un aspecto levemente sigmoidal. En varios ejemplares se observó la presencia de una pequeña virguela de 0,6 mm. Se contaron 15 tecas en 10 mm.

Observaciones. La forma y el ancho del tubario así como las tecas geniculadas permiten asignar el material a *L. austrodentatus*. Los ejemplares se diferencian de otros

graptolitos biseriados reconocidos en la Quebrada de Chamarra, Cordillera Oriental argentina, como *Paraclimacograptus innotatus* por la presencia de espinas geniculares y de *Clinoclimacograptus retroversus* por las tecas retroflexas que exhibe este último (Toro, 1995a). Además, se distingue de *Cryptograptus schaeferi* que también ha sido reconocido en la Puna de Argentina porque este último presenta espinas laterales en la apertura y tecas simples con rutelo.

Familia GLOSSOGRAPTIDAE Lapworth, 1873

Género ***Cryptograptus*** Lapworth, 1880

Especie tipo. *Cryptograptus tricornis* (Carruthers, 1859). Pelitas de Hartfell, Hartfell, Escocia. Arenigiano superior (Ordovícico Medio).

Cryptograptus schaeferi Lapworth, 1880
Figuras 5.8–9

1880 *Cryptograptus tricornis* var. *schaeferi* Lapworth, pl. 5, fig. 28a–b.
1933 *Cryptograptus schaeferi* Lapworth, Bulman, p. 352.
1990 *Cryptograptus schaeferi* Lapworth, Bahlburg *et al.*, pl. 1c. fig. 15; p. 457, pl. 10, figs. 13–14.

TABLA 1 – Taxones reconocidos en este trabajo con su proveniencia.

Este trabajo	Asignación previa	Sección de proveniencia
Kiaerograptus supremus	*Didymograptus nitidus*[1]; *Didymograptus vacillans-deflexus* transient[1]; *D. deflexus*[1]; *D. vacillans*[1]; *D. v. attenuatus*[1]; *D. v. dissimilis*[1]; *Kiaerograptus? supremus*[2]; ?*Didymograptellus nitidus*[2]; ?*Baltograptus vacillans*[2]; ?*Baltograptus deflexus*[2]; ?*B. cf. deflexus*[2]	CS
Etagraptus harti	Material nuevo; *Etagraptus zhejiangensis*[3]; *Etagraptus harti*[4]	CT
Acrograptus filiformis	Material nuevo	T; CE
Acrograptus (?) cf. *gracilis*	Material nuevo	T
Holmograptus bovis	Material nuevo; *Holmograptus* cf. *bovis*[4]	CT
Holograptus expansus	Material nuevo; *Holograptus* sp.[3]	CT
Corymbograptus v-fractus tullbergi	Material nuevo	T
Pendeograptus pendens	Material nuevo	T
Pendeograptus pendens liber	Material nuevo; *Pendeograptus pendens liber*[3, 6]	CT
Aulograptus climacograptoides	Material nuevo; *Aulograptus cuculus*[3]; *Aulograptus climacograptoides*[5, 6]	CT; T-C
Baltograptus kurcki	Material nuevo	T; CE
Baltograptus minutus	Material nuevo	T
Baltograptus turgidus	Material nuevo	T; CE
Baltograptus vacillans	Material nuevo	CE
Baltograptus cf. *deflexus*	Material nuevo	T; CE
Expansograptus holmi	Material nuevo	T
Didymograptellus bifidus	Material nuevo	Y
Cryptograptus schaeferi	Material nuevo	CT
Levisograptus austrodentatus	Material nuevo; *Levisograptus austrodentatus*[7]	CT
Talacastograptus leanzai	Material nuevo	AM; AC

[1] según Loss (1951); [2] según Monteros (2005); [3] Gutiérrez-Marco *et al.* (1996); [4] Toro y Brusa (1997a); [5] según Loss (1949); [6] según Toro y Brussa (2003); [7] Toro y Lo Valvo (2017).
Secciones de proveniencia: **AC,** Arroyo Las Capillas; **AM,** Arroyo Los Matos; **CE,** Cordón de Escaya; **CS,** Cerro San Bernardo; **CT,** Cuesta de Toquero; **T,** Cerro Tafna; **T-C,** Camino Tafna-Cienaguillas; **Y,** Yavi.

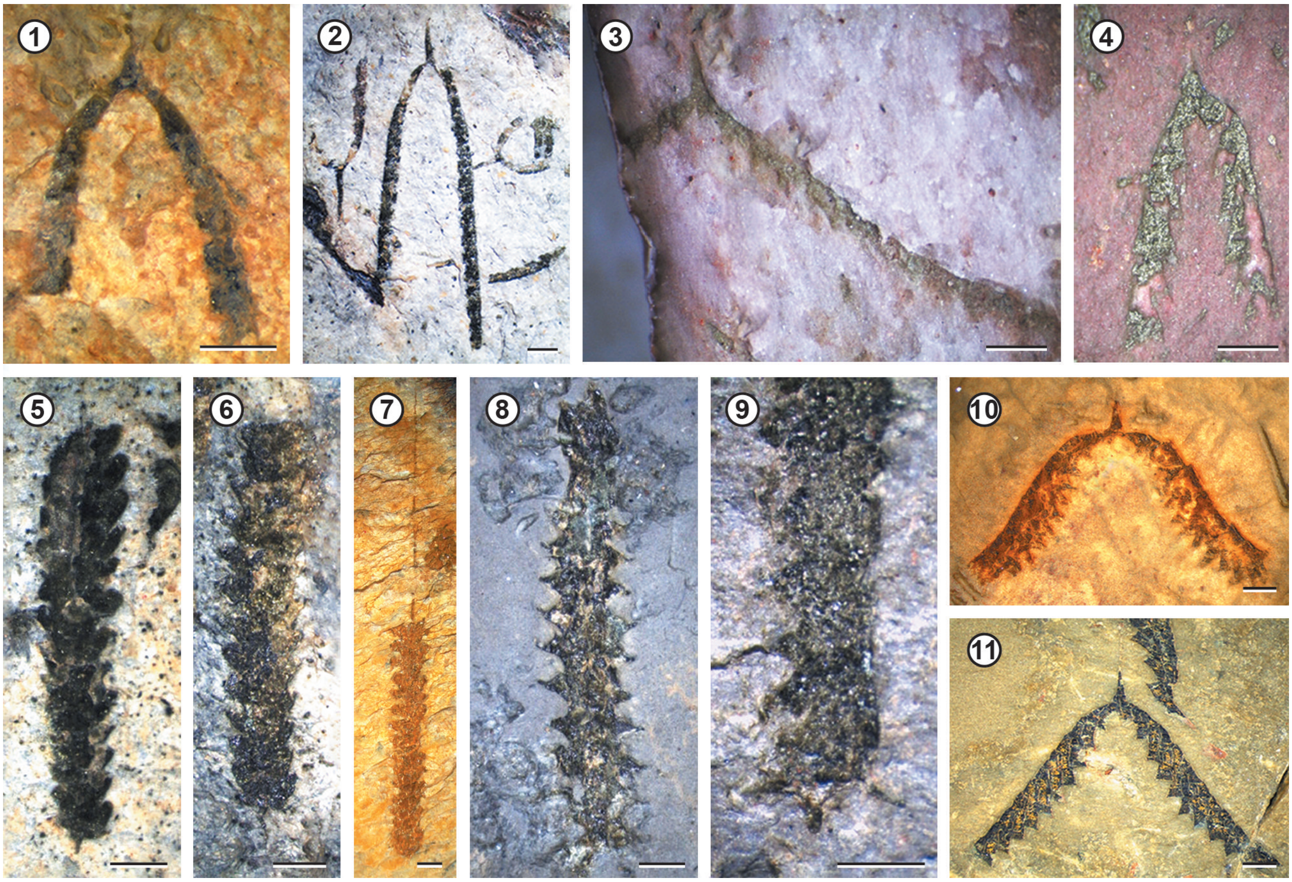


Figura 5. Graptolitos provenientes de las provincias de Jujuy identificados o descriptos en este trabajo. **1**–**2**, ***Aulograptus climacograptoides***; **1**, espécimen juvenil de hábito pendiente, **JUY-P-427**, Camino Tafna a Cienaguillas; **2**, varios ejemplares que exhiben las tecas climacográptidas, **CEGH-UNC-27626**, Cuesta de Toquero. **3**, ***Baltograptus kurcki***; tubario delgado de hábito declinado y aspecto proximal asimétrico, **JUY-P-429**, Cerro Tafna. **4**, ***Baltograptus minutus***; ejemplar que muestra el hábito pendiente y la sícula larga, **JUY-P-428**, Cerro Tafna. **5**–**7**, ***Levisograptus austrodentatus***; **5**, **6**, ejemplares completos que muestran una virguela y tecas geniculadas, **CEGH-UNC-27627**, **27628**, Cuesta de Toquero. **7**, espécimen completo con un largo nema, **CEGH-UNC-27631**, Cerro Tafna. **8**–**9**, ***Cryptograptus schaeferi***; **8**, tubario que muestra el hábito escandente y tecas simples con rutelo, **CEGH-UNC-27629**, Cuesta de Toquero; **9**, extremo proximal donde se pueden observar las espinas laterales en la apertura, **CEGH-UNC-27630**, Cuesta de Toquero. **10**–**11**, ***Baltograptus turgidus*** (Lee, 1974); tubarios juveniles, robustos y deflexos, **JUY-P-430**, **431**, Cordón de Escaya. Escalas= 1 mm.

Material referido. Se hallaron diversos ejemplares en distintos estadios astogenéticos preservados regularmente como compresiones carbonosas. El material aquí ilustrado se identifica como CEGH-UNC-27629–27630 y proviene de la sección de la Cuesta de Toquero, provincia de Jujuy (Fig. 1.2).

Distribución Geográfica y Estratigráfica. Esta especie se registra durante el Ordovícico Medio con una distribución amplia, habiendo sido descripto en distintas regiones de Europa, Australasia y América del Norte. En Argentina fue previamente descripto en la Precordillera tanto en depósitos darriwilianos (Ortega y Albanesi, 2000; Brussa *et al.*, 2003a, 2003b; Ortega *et al.*, 2007a) como en depósitos sandbianos (Feltes *et al.*, 2019). Por otra parte, dentro de la Cuenca Andina Central, los registros seguros de Argentina se acotan al Ordovícico Medio de la Puna austral (Bahlburg *et al.*, 1990), mientras que en Bolivia se menciona la presencia de *C. schaeferi* en el sur, cerca del límite con Argentina (Toro y Maletz, 2018). Este hallazgo de *C. schaeferi* significa el primer registro argentino de la especie en la región norte de la Puna argentina, completando la distribución geográfica de la especie en la Cuenca Andina Central.

Descripción. Colonia de hábito escandente con proyecciones proximales y tecales. Ancho proximal de 1,3–1,4 mm alcanzando un ancho máximo de 2,2 mm en la zona media de la colonia para luego disminuir levemente en la región

distal. Presenta 3 proyecciones proximales: un rutelo y dos espinas siculares. El primero, ubicado en el centro, es la más robusta de las proyecciones y se dispone alineada con el eje mayor de la colonia. Por su parte, las espinas laterales son más delgadas y largas, alcanzando hasta 0,7 mm de largo, y se disponen con una inclinación de entre 50º y 80º respecto al rutelo. Se estima una densidad tecal de 14 por centímetro (7 tecas en 5 mm). Las mismas presentan elaboraciones en forma de rutelos.

Observaciones. Las características morfológicas del material coinciden con el material descripto e lustrado para *C. schaeferi* proveniente de otras regiones de Argentina (Toro y Brussa, 2003; Ortega *et al.*, 2007a). Especies cercanas, como *Cryptograptus antennarius* (Hall, 1865) se diferencian por el tamaño de sus espinas siculares que alcanzan tamaños mucho mayores. Por su parte, *C. tricornis* presenta proyecciones tecales menos desarrolladas que *C. schaeferi*.

CONSIDERACIONES BIOESTRATIGRÁFICAS Y DE CORRELACIÓN

El análisis bibliométrico realizado por Lo Valvo *et al.* (2019) muestra que las investigaciones sobre graptolitos del NOA han aumentado significativamente durante los últimos 30 años. Esto ha implicado un incremento notable en la cantidad de taxones reconocidos para la región (Toro y Brussa, 2003; Vento *et al.*, 2012; Lo Valvo *et al.*, 2020; Toro *et al.*, 2023, entre otros) y un permanente ajuste de los esquemas bioestratigráficos previamente propuestos (Toro *et al.*, 2015; Albanesi y Ortega, 2016; Herrera Sánchez *et al.*, 2019; y trabajos que allí se mencionan). Hasta el momento se han documentado más de 100 taxones y 15 biozonas de graptolitos para el NOA para el periodo correspondiente al Ordovícico Temprano–Medio, sobre la base del rango vertical de algunas especies clave. Dichas biozonas son: *Rhabdinopora flabelliformis parabola*, *Anisograptus matanensis*, "*R. f. anglica*", *Adelograptus*, *Bryograptus kjerulfi*, *Aorograptus victoriae*, *Sagenograptus murrayi*, *Hunnegraptus copiosus*, *Tetragraptus phyllograptoides*, *Paratetragraptus akzharensis*, *Baltograptus* cf. *deflexus*, *Didymograptellus bifidus*, *Azygogratus lapworthi*, "*Isograptus victoriae*" y *Levisograptus austrodentatus*. Este marco bioestratigráfico ha permitido establecer correlaciones regionales y globales actualizadas con unidades equivalentes alrededor del mundo (Toro *et al.*, 2015; Toro y Herrera Sánchez, 2019; Waisfeld *et al.*, 2023 y referencias allí mencionadas).

A su vez, Rickards *et al.* (2002) dieron a conocer la presencia de la especie endémica *Talacastograptus leanzai* en la parte inferior de la Formación Lipeón, expuesta en las secciones del río Los Tomates y la quebrada Yuchán, en las Sierras Subandinas (Fig. 1.1). Este hallazgo les permitió reconocer las biozonas de *Parakidograptus acuminatu*s y *Atavograptus atavus* (Llandoveriano temprano) y correlacionar regionalmente los depósitos estudiados con los niveles de la Formación La Chilca, donde se definió la especie por primera vez en la Precordillera de Argentina (Fig. 1.1).

Los ejemplares de graptolitos más antiguos, revisados en este trabajo como parte de la "Colección Loss", provienen del cerro San Bernardo, provincia de Salta. Corresponden principalmente a formas declinadas o suavemente deflexas de *Kiaerograptus supremus*, que exhiben la característica biteca sicular o restos de bitecas en los estipes; y a otras formas asignables al género *Kiaerograptus*. Algunos de ellos, fueron asignados por Loss (1951) a especies indicadoras de edades más jóvenes, como "*Didymograptus nitidus*" y distintas variedades de "*D. vacillans*", "*D. deflexus*" y "*D. v-fractus*" Salter 1863, aunque la presencia de estos taxones no pudo ser confirmada en el material proveniente del cerro San Bernardo a partir de la revisión realizada. *Kiaerograptus supremus*, constituye una especie guía del Ordovícico Temprano, que permite asignar una edad tremadociana tardía (Tr2-Tr3) a los depósitos estudiados (Fig. 8). Otros ejemplares descritos por Monteros (2005) en niveles equivalentes del cerro San Bernardo como especies indicadoras del Floiano temprano, también podrían corresponder a *K. supremus*. Lo expresado pone en duda la existencia de estratos correspondientes al Floiano en las secciones aludidas del cerro San Bernardo. Los registros de *K. supremus* (Fig. 2.1, 2.2; 3.1–6), indican la presencia de la Biozona de *Sagenograptus murrayi* del NOA (Toro *et al.*, 2015) y sugieren la correlación de los depósitos portadores con los niveles inferiores de la Formación San Bernardo, en la Sierra de Mojotoro (Monteros y Moya, 2003); con el tramo medio de la Formación Parcha, expuesto en el área homónima (Ortega y Albanesi, 2003); y con la porción superior de la Formación Santa Rosita, expuesta en la sierra de Zenta y en el área de Santa Victoria (Albanesi *et al.*, 2011; Toro *et al.*, 2015). Los

niveles estudiados en el cerro San Bernardo se correlacionan regionalmente con los depósitos del sur de Bolivia, estudiados por Egenhoff *et al.* (2004) y globalmente con sus equivalentes de América del Norte (Maletz y Egenhoff, 2001), sur de China (Zhang *et al.*, 2019) y Escandinavia (Maletz y Ahlberg, 2011). Por otra parte, las asignaciones realizadas por Loss (1951) a *Clonograptus flexilis* (Hall, 1858), *C.* aff. *subtilis*, *Didymograptus* aff. *validus-constrictus*, *Tetragraptus lavalensis* (Ruedemann, 1935) y *Tetragraptus sanbernardicus* Loss, 1951 resultan cuestionables, debido a la deficiente preservación o a la escasez de material; mientras que el ejemplar publicado como "*Azygograptus* (?) *saltaensis*" Loss, 1951 corresponde a un fragmento de estipe sin extremo proximal observable que no coincide con las características del género, tal como fuera discutido por Toro y Herrera Sánchez (2019, figs. 3.13, 3.14).

Por otra parte, el material coleccionado por el Dr. Loss en el Cordón de Escaya, provincia de Jujuy, presenta mayoritariamente tubarios compuestos por dos estipes, que en algunos casos poseen hábito deflexo y anchos variables y en otros son declinados y mantienen un ancho uniforme. Entre los primeros se destaca un ejemplar con sícula prominente y delgada identificado como *Corymbograptus v-fractus tullbergi* (Fig. 2.3) y otros más robustos que aumentan rápidamente su ensanchamiento desde un extremo proximal de tipo baltográptido, asignables a *Baltograptus turgidus* (Fig. 5.10-11); mientras que la mayoría de las formas declinadas corresponden a *B. vacillans* (Figs. 6.1, 6.2). La presencia de *C. v-fractus tullbergi* y *B. vacillans* se reconoce por primera vez en esta área, documentando la edad floiana temprana (Fl1, según Bergström *et al.*, 2009) de los niveles portadores (Fig. 8), que resultan los más antiguos mencionados hasta el presente; y pueden ser correlacionados con aquellos en los cuales se desarrolla la

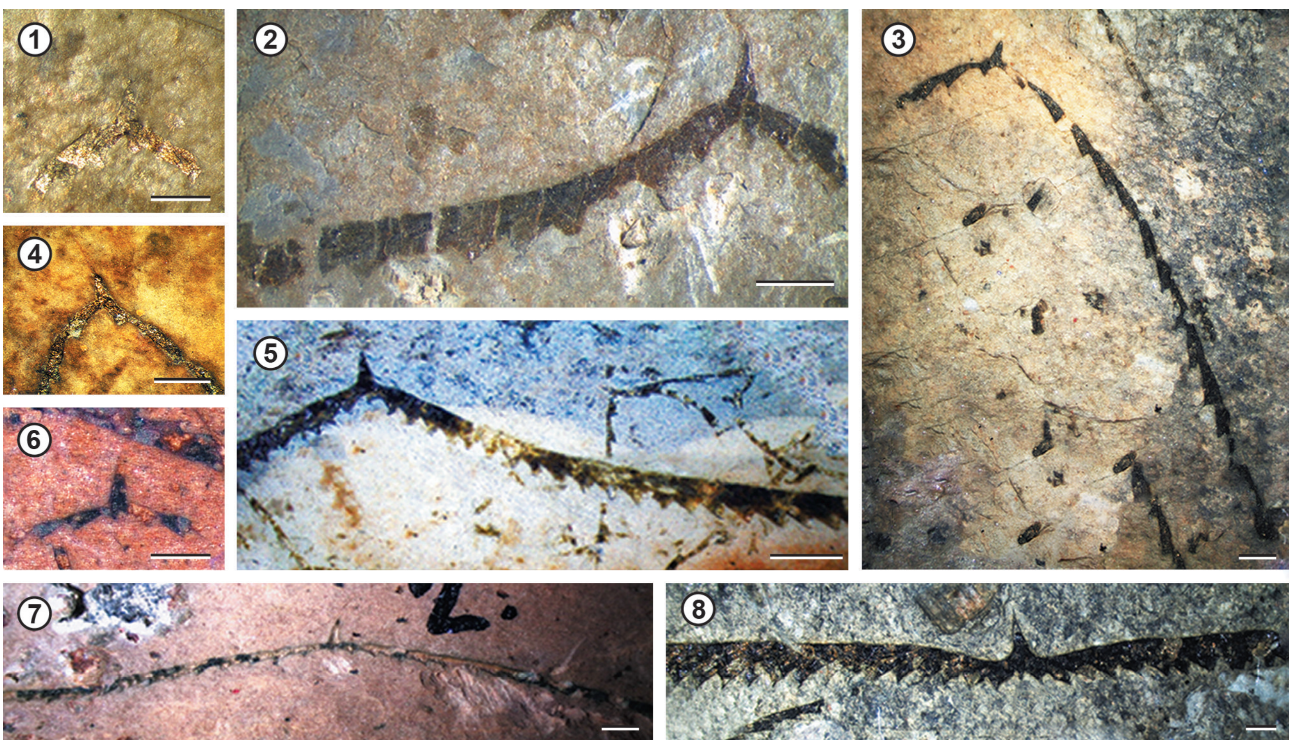


Figura 6. Graptolitos provenientes de las provincias de Jujuy identificados en este trabajo. **1**–**2,** ***Baltograptus vacillans***; **1,** extremo proximal que muestra un nema y el desarrollo de tipo isográptido, **JUY-P-432**, Cordón de Escaya; **2,** ejemplar completo que exhibe el hábito declinado, **JUY-P-433**, Cordón de Escaya. **3**–**4,** ***Acrograptus filiformis***; **3,** espécimen adulto que completo donde se puede observar un tubario delgado con tecas espaciadas, **JUY-P-434**, Cerro Tafna; **4,** extremo proximal asimétrico con sícula corta, **JUY-P-435**, Cerro Tafna. **5,** ***Baltograptus* cf. *deflexus***; tubario deflexo acompañado de otros tubarios más delgados correspondientes a ***A. filiformis***, **JUY-P-436**, Cerro Tafna. **6**–**7,** ***Acrograptus* (?) cf. *gracilis*** (Törnquist, 1890); **6,** ejemplar adulto que exhibe estipes delgados y hábito declinado, **JUY-P-437**, Cerro Tafna; **7,** extremo proximal con sícula corta y robusta, **JUY-P-438**, Cerro Tafna. **8,** ***Expansograptus holmi*** (Törnquist, 1904); espécimen completo de hábito horizontal y sícula larga, **JUY-P-439**, Cerro Tafna. Escalas= 1 mm.

Biozona de *Paratetragraptus akzharensis* de la Cuenca Andina Central y con sus equivalentes a nivel global (Toro y Vento, 2013; Herrera Sánchez *et al*., 2019). Por su parte, la asociación de ejemplares del grupo de *B. turgidus* con especímenes de aspecto sigmagráptido muy delicado que presentan gran espaciamiento tecal y corresponden a *Acrograptus filiformis* (Fig. 6.3–4), y a otras formas deflexas con extremo proximal de tipo isográptido asignables a *B.* cf. *deflexus* (Fig. 6.5); indican una edad floiana temprana (Fl2, según Bergström *et al*., 2009) (Fig. 8), algo más joven que la anteriormente discutida, que corresponde a la biozona homónima de la Cuenca Andina Central y puede correlacionarse globalmente según lo propuesto por diversos autores (Toro *et al*., 2015; Herrera Sánchez *et al*., 2019). Unos pocos tubarios que presentan una larga sícula y cuatro estipes de hábito pendiente pueden identificarse como *Pendeograptus pendens* (Fig. 4.4); mientras que no ha podido confirmarse la asignación previamente realizada por Lo Valvo *et al.* (2023) de ejemplares declinados comparados con *Cymatograptus demissus* (Törnquist, 1901), los que podrían corresponder a *Baltograptus novus* Maletz, 2023a. Otros restos de graptolitos de la "Colección Loss", provenientes de las quebradas de los ríos Reyes y Coquena, resultaron indeterminables debido a su deficiente preservación.

Se incluye también en esta revisión graptolitos etiquetados por el Dr. Loss como provenientes del Cerro Tafna. En esta localidad, ubicada en el mapa de Loss (1948), se pudo identificar la asociación de *B. turgidus*, *B.* cf. *deflexus* y *A. filiformis*, que caracteriza la Biozona de *B.* cf. *deflexus* (Floiano temprano, Fl2) de la Cuenca Andina Central y permite la correlación local, regional y global de los depósitos estudiados (Toro *et al*., 2015; Herrera Sánchez *et al*., 2019). Se reconocen, además, por primera vez en esta área, *Acrograptus* (?) cf. *gracilis* (Fig. 6.6-7) y *Expansograptus holmi* (Fig. 6.8), *B. kurcki* (Fig. 5.3) y la especie clave *B. minutus* (Fig. 5.4), indicadora de la edad floiana tardía (Fl3, Biozona de *Didymograptellus bifidus*, Fig. 8) de los estratos que las contienen, los que resultarían más jóvenes que los depósitos portadores de las asociaciones descriptas en el Cordón de Escaya. Durante esta revisión se pudo confirmar también la presencia de la Biozona de *Didymograptellus bifidus* en depósitos del camino a Yavi, provincia de Jujuy, portadores de especímenes con hábito pendiente, que exhiben un

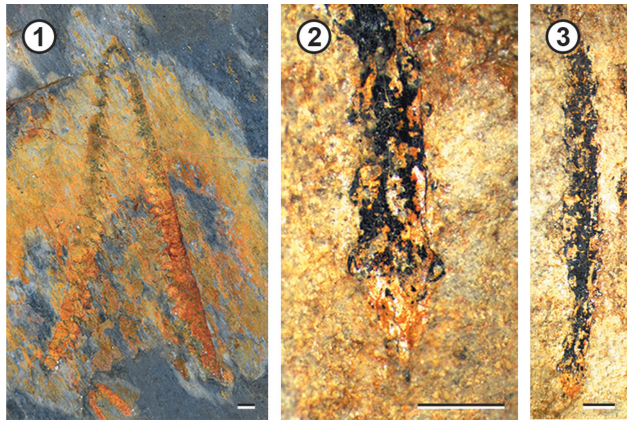


Figura 7. Graptolitos provenientes de las provincias de Salta y Jujuy identificados en este trabajo. **1,** ***Didymograptellus bifidus*** (Hall, 1865); tubario declinado con sícula corta de un ejemplar adulto, **JUY-P-62-4**, Camino a Yavi. **2–3,** ***Talacastograptus leanzai***; **2,** extremo proximal de un ejemplar completo, **JUY-P-440**, Arroyo Los Matos; **3,** tubario biseriado con tecas metaclimacográptidas y ganchos geniculares, **JUY-P-441**, Arroyo Los Matos. Escalas= 1 mm.

desarrollo proximal de tipo isográptido y corresponden a distintos estadios astogenéticos de la especie guía (Fig. 7.1) (Lo Valvo *et al*., 2023) previamente estudiados, y correlacionar esos estratos de areniscas finas con los mencionados anteriormente en el Cordón de Escaya y niveles equivalentes de la Formación Acoite, en los que se desarrolla la biozona homónima de numerosas secciones estratigráficas del NOA (Toro, 1994; Toro *et al*., 2015; Toro y Herrera Sánchez, 2019; Lo Valvo *et al*., 2020). Una correlación regional de estos depósitos puede establecerse también con la Formación Aguada de La Perdiz, de la Puna de Chile, donde Bahlburg *et al.* (1990) mencionó la ocurrencia de *D.* cf. *bifidus*; con la parte superior de la Formación Pircancha expuesta en las áreas de Sama-Chaupi Uno y Sella, sur de Bolivia, donde se desarrolla la Biozona de *B. minutus* (Egenhoff *et al*., 2004; Toro y Maletz, 2018); y globalmente de acuerdo al marco bioestratigráfico propuesto por Toro y Herrera Sánchez (2019).

En los niveles fosilíferos muestreados por el Dr. Loss del camino de Tafna a Cienaguillas, asignables a la parte inferior del Complejo Turbidítico de la Puna, se destaca una asociación monoespecífica de ejemplares con dos estipes, de hábito marcadamente pendiente, tecas de tipo climacográptidas y una sícula delgada y prominente, que confirma los registros de *Aulograptus climacograptoides*, previamente descritos por Loss (1953a) en la región. Este registro indica

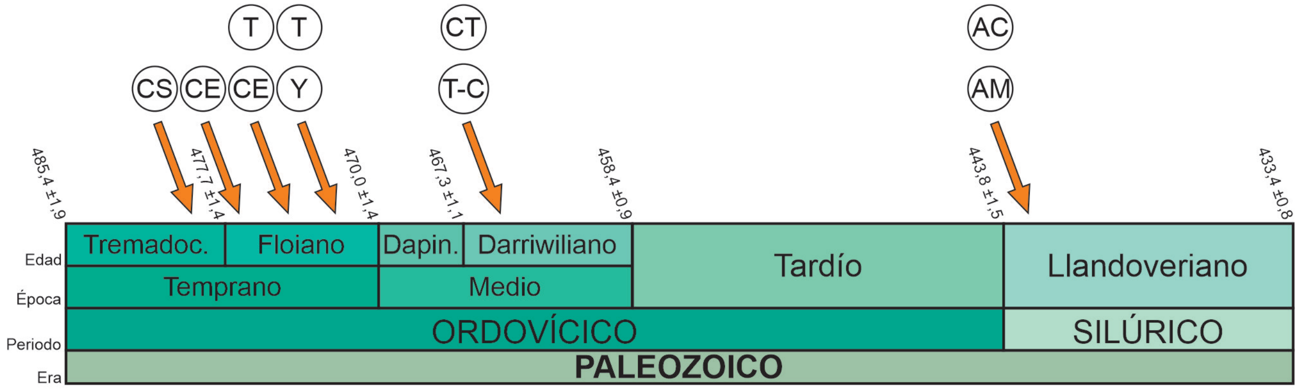


Figura 8. Cuadro cronoestratigráfico con indicación de los registros clave para las localidades estudiadas. **AC,** Arroyo Las Capillas; **AM,** Arroyo Los Matos; **CE,** Cordón de Escaya; **CS,** Cerro San Bernardo; **CT,** Cuesta de Toquero; **T,** Cerro Tafna; **T-C,** Camino Tafna-Cienaguillas; **Y,** Yavi

una edad ordovícica media (Darriwilliano temprano, Dw1) para las pelitas micáceas que los contienen, correspondiente a la Biozona de *Levisograptus austrodentatus* (Gutiérrez-Marco *et al.*, 1996; Toro y Brussa, 1997a) (Fig. 8); y permite correlacionar los depósitos portadores con los niveles inferiores del Complejo Turbidítico de la Puna, previamente estudiados en el camino de La Quiaca a Cienaguillas por Gutiérrez-Marco *et al.* (1996), y con nuevos registros de la Cuesta de Toquero que se detallan a continuación. No puede descartarse que los niveles fosilíferos localizados por Loss (1953a, 1954) coincidan con algunos de los muestreados posteriormente por los distintos autores que desarrollaron sus trabajos paleontológicos en el área. Entre el material coleccionado sucesivamente de la última sección mencionada, se observa la presencia de *Pendeograptus pendens liber* y "*Tetragraptus quadribrachiatus*" (Gutiérrez-Marco *et al.*, 1996; Toro y Brussa, 2003); las identificadas como *Etagraptus zhejiangensis*, aquí asignadas a *E. harti*; *Aulograptus cucullus* a *A. climacograptoides* y el ejemplar de *Holograptus* sp. puede identificarse como *Holograptus expansus*. Se describen, además, por primera vez para esta sección otras especies registradas comúnmente en el Darriwiliano temprano, como *Holmograptus bovis* y *Cryptograptus schaeferi*.

Respecto a los registros de graptolitos más jóvenes reconocidos en esta revisión, que corresponden al material coleccionado por el Dr. Loss de los arroyos Las Capillas y Los Matos en la provincia de Jujuy (Fig. 1.2), se destacan numerosos ejemplares biseriados con tecas metaclimacográptidas, ganchos geniculares y estructura interna con listas en zig-zag, asignables a *Talacastograptus leanzai* (Figs. 2.4–5; 7.2–3), que resultan indicadores de una edad silúrica temprana (Llandoveriano temprano) (Fig. 8) para los niveles de areniscas micáceas de la Formación Lipeón que los contienen. Estos últimos se correlacionan con la parte inferior de dicha unidad, aflorante en las secciones del río Los Tomates y de la quebrada Yuchán, donde Rickards *et al.* (2002) determinaron la presencia de ejemplares de *T. leanzai*, asociados a *Metaclimacograptus*? *robustus* y a restos escasos de normalográptidos pertenecientes a las biozonas de *Parakidograptus acuminatus* y *Atavograptus atavus* (Llandoveriano temprano). Serían correlacionables regionalmente con la parte baja de la Formación La Chilca que aflora en los Baños de Talacasto y Poblete Norte, en la faja oriental de la Precordillera de Argentina (Fig. 1.1) (Cuerda *et al.*, 1988; López y Kaufmann, 2023); y globalmente con la Biozona de *Akidograptus ascensus*-*Parakidograptus acuminatus* de China, Gran Bretaña, Escandinavia y América del Norte (Maletz, 2021).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue subsidiado por la Agencia I+D+i, mediante el PICT-2020-SERIEA-02853; por el CONICET, a través del PIP 2021-2023, 11220200102403CO; y por la Asociación Paleontológica Argentina en colaboración con la Fundación Bunge & Born. Los autores expresan su agradecimiento a los doctores Jörg Maletz y Juan Carlos Gutiérrez-Marco por las detalladas revisiones del manuscrito, que contribuyeron a mejorarlo notablemente, a las autoridades y personal del Museo de Ciencias Naturales "Dr. Saturnino Iglesias" de Jujuy por la colaboración recibida durante el desarrollo de este trabajo; y al Dr. Emilio Vaccari por facilitarnos muestras adicionales con graptolitos de la cuesta de Toquero.

REFERENCIAS

Aceñolaza, F. G. (1980). Presencia de *Tetragraptus* (Graptolithina) en el Ordovícico de Jujuy. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, *35*(4), 539–545.

Aceñolaza, F. G. (2013). Los italianos del Instituto de Geología y Minería de Jujuy. *III Congreso Argentino de Historia de la Geología* (pp. 13–28). Salta.

Aceñolaza, F. G., Toselli, A. J. y Durand, F. R. (1975). Estratigrafía y paleontología de la región de Hombre Muerto, provincia de Catamarca, Argentina. *Actas del I Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* (pp. 109–123). Tucumán.

Albanesi, G. L. y Ortega, G. C. (2016). Conodont and graptolite biostratigraphy of the Ordovician System of Argentina. *Stratigraphy & Timescales*, *1*, 61–121. https://doi.org/10.1016/bs.sats.2016.10.002

Albanesi, G. L., Ortega, G. C., Monaldi, C. R. y Zeballo, F. J. (2011). Conodontes y graptolitos del Tremadociano tardío de la Sierra de Zenta, Cordillera Oriental de Jujuy, Argentina. *Ameghiniana*, *48*(2), 242–263.

Bahlburg, H., Breitkreuz, C., Maletz, J., Moya, M. C. y Salfity, J. A. (1990). The Ordovician sedimentary rocks in the northern Puna of Argentina and Chile: New stratigraphical data based on graptolites. *Newsletters on Stratigraphy*, *23*, 69–89.

Beresi, M. S., Bordonaro, O. L., Heredia, S. E., Mestre, A. y Toro, B. A. (2017). El Darriwiliense inferior (Ordovícico Medio) en el extremo norte de la Precordillera de Mendoza, Argentina: implicaciones estratigráficas y bioestratigráficas. *Boletín Geológico y Minero*, *128*(1), 93–110. https://doi.org/10.21701/bolgeomin.128.1.005

Bergström, S. M., Chen, X., Gutiérrez-Marco, J. C. y Dronov, A. (2009). The new chronostratigraphic classification of the Ordovician System and its relations to major regional series and stages and to δ^{13}C chemostratigraphy. *Lethaia*, *42*(1), 97–107. https://doi.org/10.1111/j.1502-3931.2008.00136.x

Bouček, B. y Přibyl, A. (1952). Taxonomy and phylogeny of some Ordovician graptolites. *Bulletin international de L'Academie thèque des Sciences*, *52*(20), 1–17.

Brongniart, A. (1828). *Histoire des végétaux fosiles, Vol 1*. Ganriel Dufour & Édouard D'Ocagne.

Brussa, E. D. (1997). Graptolitos del Arenigiano tardío–Llanvirniano de la Formación Sierra de la Invernada, Precordillera Occidental sanjuanina, Argentina. Parte I. *Ameghiniana*, *34*(3), 357–372.

Brussa, E. D. y Toro, B. A. (2004). Las familias Glossograptidae, Dicranograptidae y Orthograptidae (Graptolithina) en el Ordovícico Superior de la Formación Empozada, Provincia de Mendoza, Argentina. *Ameghiniana*, *41*(2), 129–142.

Brussa, E. D., Toro, B. A. y Benedetto, J. L. (2003a). Biostratigraphy. En J.L. Benedetto (Ed.), *Ordovician fossils of Argentina* (pp. 75–90). Secretaría de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Córdoba.

Brussa, E. D., Mitchell, C. E., Ortega, G. C., Maletz, J. y Astini, R. A. (2003b). Middle Ordovician graptolite biostratigraphy from the Los Azules Formation at Los Gatos creek, Central Precordillera, Argentina. *Serie Correlación Geológica (INSUGEO)*, *18*, 21–25.

Bulman, O. M. B. (1931). South American graptolites with special reference to the Nordenskiöld Collection. *Arkiv för Zoologi*, *22*(3), 1–111.

Bulman, O. M. B. (1932). On the graptolites prepared by Holm. *Arkiv för Zoologi*, *24*(9), 1–29.

Bulman, O. M. B. (1933). On the graptolites from the Quitari area. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, *89*, 348–356.

Bulman, O. M. B. y Rickards, R. B. (1968). Some new diplograptids from the Llandovery of Britain and Scandinavia. *Palaeontology*, *11*(1), 1–15.

Carruthers, W. (1859). Dumfriesshire graptolites, with descriptions of three new species. *Proceedings of the Royal Physical Society of Edinburgh*, *1*, 466–470.

Carter, C. (1989). A Middle Ordovician graptolite fauna from near the contact between the Ledbetter Slate and the Metaline Limestone in the Pend Oreille Mine, Northeastern Washington State. En W. J. Sando (Ed.), *Shorter Contributions to Paleontology and Stratigraphy, 1860*, (pp. A1–A23). U. S. Geological Survey Bulletin.

Chayle, W., Rosas, S. y Alabí, E. (2013). Historia del Instituto de Minería y Geología, Jujuy. *III Congreso Argentino de Historia de la Geología* (pp. 43–54). Salta.

Chen, X., Zhang, Y., Bergström, S. M. y Xu, H-G. (2006). Upper Darriwilian graptolite and conodont zonation in the global stratotype section of the Darriwilian stage (Ordovician) at Huangnitang, Changshan, Zhejiang, China. *Palaeoworld*, *15*, 150–170. https://doi.org/10.1016/j.palwor.2006.07.001

Cooper, R. A. (1979). Ordovician geology and graptolite faunas of the Aorangi Mine area, north-west Nelson, New Zealand. *New Zealand Geological Survey Paleontological Bulletin*, *47*, 1–127.

Cooper, R. A. y Fortey, R. A. (1982). The Ordovician graptolites of Spitsbergen. *Bulletin of the British Museum (Natural History), Geology Series*, *36*(3), 157–302.

Cuerda, A. J., Rickards, R. B. y Cingolani, C. (1988). A new Ordovician-Silurian boundary section in San Juan Province, Argentina, and its definite graptolite fauna. *Journal of the Geological Society (London)*, *145*, 745–757.

Egenhoff, S. O., Maletz, J. y Erdtmann, B.-D. (2004). Lower Ordovician graptolite biozonation and lithofacies of southern Bolivia: relevance for paleogeographic interpretations. *Geological Magazine*, *141*(3), 287–299.

Elles, G. L. (1898). The graptolite-fauna of the Skiddaw Slates. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, *54*, 463–539.

Elles, G. L. y Wood, E. M. R. (1901). A Monograph of British Graptolites. Part I. Dichograptidae. *Monographs of the Palaeontographical Society*, *55*(260), 1–54. https://doi.org/10.1080/02693445.1901.12035498

Elles, G. L. y Wood, E. M. R. (1902). A Monograph of British Graptolites. Part II. Dichograptidae. *Monographs of the Palaeontographical Society*, *56*(265), 55–102. https://doi.org/10.1080/02693445.1902.12035503

Feltes, N. A., Serra, F., Ortega, G. y Albanesi, G. L. (2019). Graptolite and conodont faunas of Upper Ordovician (Sandbian) successions of the Argentine Precordillera: Biostratigraphic implications. *Geological Journal*, *54*(4), 2301–2322. https://doi.org/10.1002/gj.3298

Geh, M. Y. (1964). Some species of *Tetragraptus* from the Ningkuo Shale (Lower Ordovician) of Zhejiang (Chekiang). *Acta Paleontologica Sinica*, *12*, 367–410.

Gutiérrez-Marco, J. C. y Martin, E. L. O. (2016). Biostratigraphy and palaeoecology of Lower Ordovician graptolites from the Fezouata Shale (Moroccan Anti-Atlas). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, *460*, 35–49. https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2016.07.026

Gutiérrez-Marco, J. C., Aceñolaza, G. F. y Esteban, S. (1996). Revisión de algunas localidades con graptolitos ordovícicos en la Puna salto-jujeña (Noroeste de Argentina). *Memorias del 12° Congreso Geológico de Bolivia* (pp. 725–731). Tarija.

Gutiérrez-Marco, J. C., Mitchell, C. E. y Chacaltana, C. E. (2019). Revisión de algunos graptolitos ordovícicos de la Formación San

José procedentes de Huayna (Distrito de Phara, Departamento de Puno), Cordillera Oriental del Perú. *II Simposio Internacional de Paleontología del Perú. Tendencias modernas de la Paleontología aplicadas a la Geología* (pp. 156–160). Lima.

Hall, J. (1858). Note upon the genus *Graptolithus*, and description of some remarkable new forms from the shales of the Hudson River Group. *The Canadian Naturalist and Geologist, and Proceedings of the Natural History Society of Montreal*, *3*, 139–150.

Hall, J. (1865). *Figures and descriptions of Canadian organic remains. Decade II, Graptolites of the Quebec Group*. Dawson Brothers.

Hall, T. S. (1914). Victorian graptolites, Part IV.; some new or little-known species. *Proceedings of the Royal Society of Victoria*, *27*(1), 104–118.

Harris, W. J. y Keble, R. A. (1932). Victorian graptolite zones, with correlations and descriptions of species. *Proceedings of the Royal Society of Victoria*, *44*, 25–48.

Heredia, S. (2008). Primer registro de conodontes ashgillianos en la Precordillera (Argentina). *Ameghiniana*, *45*(1), 59–68.

Herrera Sánchez, N. C., Toro, B. A., Muñoz, D. F. y Navarro, J. M. (2018). Hallazgo de graptolitos biseriados del Ordovícico (Darriwiliano?) en la Cordillera Oriental, Provincia de Jujuy, Argentina. *Publicación Electrónica de la Asociación Paleontológica Argentina, 18*(R2), R32.

Herrera Sánchez, N. C., Toro, B. A. y Lo Valvo, G. A. (2019). Lower-Middle Ordovician graptolites biostratigraphy and future challenges for the Central Andean Basin (NW Argentina and S Bolivia). En O. T. Obut, N. V. Sennikov y T. P. Kipriyanova (Eds.), *Contributions of the 13° International on the Ordovician System* (pp. 71–74). Novosibirsk: Publishing House of SB RAS.

Holm, G. (1881). Tvenne nya slägten af familjen Dichograptidae Lapw. *Öfversigt af Kongliga Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar*, *38*(9), 45–51.

Hopkinson, J. y Lapworth, C. (1875). Descriptions of the graptolites of the Arenig and Llandeilo rocks of St. David's. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, *31*, 631–672.

Jenkins, C. (1980). *Maeandrograptus schmalenseei* and its bearing on the origin of the diplograptids. *Lethaia*, *13*, 289–302.

Kozlowski, R. (1954). Sur la structure de certain Dichograptides. *Acta Geologica Polonica*, *4*, 118–441.

Lapworth, C. (1880). On new British graptolites. *Annals and Magazine of Natural History*, *5*(5), 149–177.

Lee, C. K. (1974). *A handbook of stratigraphy and paleontology of Southwestern China. Nanjing Institute of Geology and Palaeontology*. Academia Sinica Science Press.

Lindholm, K. (1991). Ordovician graptolites from the early Hunneberg of southern Scandinavia. *Palaeontology*, *34*(2), 283–327.

Lo Valvo, G. A., Herrera Sánchez, N. C. y Toro, B. A. (2019). Producción científica en graptolitos del Noroeste Argentino (NOA): Análisis bibliométrico. *Publicación Electrónica de la Asociación Paleontológica Argentina, 19*(R1), R60

Lo Valvo, G. A., Herrera Sánchez, N. C. y Toro, B. A. (2020). Early–Middle Ordovician graptolites from the Argentine Puna: quantitative paleobiogeographic analysis based on a systematic revision. *Ameghiniana*, *57*(6), 534–554. https://doi.org/10.5710/AMGH.15.07.2020.3345

Lo Valvo, G. A., Toro, B. A. y Herrera Sánchez, N. C. (2023). Puesta en valor de la "Colección Loss": revisión de los graptolitos provenientes de la región norte de la provincia de Jujuy, Argentina. *Libro de Resúmenes de la Reunión de Comunicaciones de la Asociación Paleontológica Argentina* (p. 85). General Roca.

López, F. E. y Kaufmann, C. (2023). New insights on the Silurian graptolite biostratigraphy of the La Chilca Formation, Poblete Norte section, Central Precordillera of San Juan, Argentina: faunal replacement and paleoenvironmental implications. *Andean Geology*, *50*(2), 201–216. http://dx.doi.org/10.5027/andgeov50n2-3617

Loss, R. (1948). Consideraciones preliminares sobre la cronología de las estructuras paleozóicas de los alrededores de La Quiaca (Departamento de Yavi, Provincia de Jujuy). *Universidad Nacional de Tucumán, Instituto de Geología y Minería, Publicación 456*, 23–29.

Loss, R. (1949). Sur la présence de schistes graptolitiféres dans l'Ordovicien inférieur de la frontiére Argentine-Bolivie. *Comptes Rendus Sommaire des Séances de la Société Géologique de France*, *8*, 140–142.

Loss, R. (1951). Contribuciones al conocimiento de las faunas graptolíticas del Norte Argentino. I: Graptolites del Cerro San Bernardo (Salta) y zona del dique de La Ciénaga (Jujuy). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, *6*(1), 21–61.

Loss, R. (1953a). Sobre el hallazgo de *Didymograptus climacograptoides* (Holm) en el norte argentino. *Publicaciones del Instituto de Geología y Minería de la Universidad Nacional de Tucumán*, *2*(3), 29–37.

Loss, R. (1953b). Sobre la presencia de Phyllograpti y la estratigrafía del Ordoviciano inferior entre La Quiaca y Yavi (Prov. de Jujuy). *Publicaciones del Instituto de Geología y Minería de la Universidad Nacional de Tucumán, Jujuy*, *2*(4), 39–62.

Loss, R. (1954). Sulla presenza del *Didymograptus climacograptoides* (Holm) nel nord argentino. *Atti della Societa Italiana di Scienze Naturali*, *92*, 189–197.

Maletz, J. (1994). Pendent didymograptids (Graptoloidea, Dichograptacea). En X. Chen, B-D. Erdtmann y Y. Ni (Eds.), *Graptolite Research Today* (pp. 27–43). Nanjing University Press.

Maletz, J. (1997). Graptolites from the *Nicholsonograptus fasciculatus* and *Pterograptus elegans* Zones (Abereiddian, Ordovician) of the Oslo region, Norway. *GFF*, *4*, 5–98.

Maletz, J. (1999). Late Tremadoc graptolites and the base of the *Tetragraptus approximatus* Zone. *Acta Universitatis Carolinae – Geologica*, *43*(1/2), 25–28.

Maletz, J. (2011). The identity of the Ordovician (Darriwilian) graptolite *Fucoides dentatus* Brongniart, 1928. *Palaeontology*, *54*(4), 851–855. https://doi.org/10.1111/j.1475-4983.2011.01068.x

Maletz, J. (2019). Part V, Second Revision, Chapter 22: Suborder Axonophora, Infraorder Diplograptina I (Diplograptidae, Lasiograptidae): Introduction, Morphology, and Systematic Descriptions. *Treatise Online*, *127*, 1–26.

Maletz, J. (2021). Part V, Second Revision, Chapter 7: Biostratigraphy. *Treatise Online*, *146*, 1–22.

Maletz, J. (2023a). The Lower Ordovician (Tremadocian to Floian) graptolite fauna of Hunneberg, Västergötland, Sweden. *Fossils and Strata*, *69*, 1–140. https://doi.org/10.18261/9788215070872-2023

Maletz, J. (2023b). Roland Skoglund's late Floian graptolites from Dalarna, central Sweden. *Historical Biology*, *35*(9), 1583–1604. https://doi.org/10.1080/08912963.2022.2104642

Maletz, J. y Ahlberg, P. (2011). The Lerhamn drill core and its bearing for the graptolite biostratigraphy of the Ordovician Tøyen Shale in Scania, southern Sweden. *Lethaia*, *44*(3), 350–368. https://doi.org/10.1111/j.1502-3931.2010.00246.x

Maletz, J. y Ahlberg, P. (2018). The Lower Ordovician Tøyen Shale succession in the Fågelsång-3 drill core, Scania, Sweden. *GFF*, *140*(4), 293–305. https://doi.org/10.1080/11035897.2018.1470201

Maletz, J. y Ahlberg, P. (2021). Upper Darriwilian (Middle Ordovician)

graptolite biostratigraphy and correlation of the Krapperup drill core, Scania, Sweden. *GFF*, *143*(4), 360–383. https://doi.org/10.1080/11035897.2021.1936156

Maletz, J. y Egenhoff, S. O. (2001). The Late Tremadoc to Early Arenig graptolite succession of southern Bolivia and their implications for a worldwide biozonation. *Lethaia*, *34*(1), 47–62.

Maletz, J. y Slovacek, M. (2013). The tubarium construction of Lower Ordovician (Dapingian) *Baltograptus* species (Graptolithina) from Dalarna, Sweden. *Palaeontology*, *56*(5), 1107–1120. https://doi.org/10.1111/pala.12038

Maletz, J. y Zhang, Y. (2016). Part V, Second Revision, Chapter 21: Suborder Glossograptina: Introduction, Morphology, and Systematic Descriptions. *Treatise Online*, *79*, 1–22.

Maletz, J., Egenhoff, S. y Erdtmann, B.-D. (1999). Late Tremadoc to early Arenig graptolite succession of southern Bolivia. *Acta Universitatis Carolinae – Geologica*, *43*(1/2), 29–32.

Maletz, J., Reimann, C., Spiske, M., Bahlburg, H. y Brussa, E. D. (2010). Darriwilian (Middle Ordovician) graptolite faunas of the Sandia Region, southern Peru. *Geological Journal*, *45*, 397–411. https://doi.org/10.1002/gj.1182

Maletz, J., Toro, B. A. y Zhang, Y. (2017). Part V, Second Revision, Chapter 18: Order Graptoloidea and Family Anisograptidae: Introduction, Morphology, and Systematic Descriptions. *Treatise Online*, *85*, 1–14.

Maletz, J., Toro, B. A., Zhang, Y. y VandenBerg, A. H. M. (2018a). Part V, Second Revision, Chapter 20: Suborder Dichograptina: Introduction, Morphology, and Systematic Descriptions. *Treatise Online*, *108*, 1–28.

Maletz, J., Zhang, Y. y VandenBerg, A. H. M. (2018b). Part V, Second Revision, Chapter 19: Suborder Sinograptina: Introduction, Morphology, and Systematic Descriptions. *Treatise Online*, *107*, 1–23.

Maletz, J., Ahlberg, P. y Lundberg, F. (2020). Ordovician graptolite biostratigraphy of the Röstånga-2 drill core (Scania, southern Sweden). *GFF*, *142*(3), 206–222. https://doi.org/10.1080/11035897.2020.1739743

Martínez, M., Brussa, E. D., Pérez, B. y Coira, B. (1999). El Ordovícico de la Sierra de Quichagua (Puna oriental argentina): litofacies volcanosedimentarias y graptofaunas. *Actas de 14° Congreso Geológico Argentino* (pp. 347–350). Salta.

Mitchell, C. E. y Maletz, J. (1995). Proposal for adoption of the base of the *Undulograptus austrodentatus* Biozone as a global Ordovician stage and series boundary level. *Lethaia*, *28*(4), 317–331.

Mitchell, C. E., Xu, C., Bergström, S. M., Zhang, Y., Wang, Z. H., Webby, B. D. y Finney, S. C. (1997). Definition of a global boundary stratotype for the Darriwilian Stage of the Ordovician System. *Episodes Journal of International Geoscience*, *20*(3), 158–166.

Monsen, A. (1925). Über eine neue ordovizische Graptolithenfauna. *Norsk Geologisk Tidsskrift*, *8*, 147–187.

Monsen, A. (1937). Die Graptolithenfauna im unteren Didymograptusschiefer (Phyllograptusschiefer) Norwegens. *Norsk Geologisk Tidsskrift*, *16*(2–4), 57–267.

Monteros, J. A. (2005). *Las graptofaunas del Ordovícico Inferior en la Sierra de Mojotoro, Cordillera Oriental argentina*. [Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta].

Monteros, J. A. y Moya, M. C. (2003). Late Tremadocian graptolites from Mojotoro range, Argentine eastern Cordillera. *Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO), Serie Correlación Geológica*, *18*, 73–78.

Mu, E. Z., Li, J. J., Ge, M. Y., Lin, Y. K. y Ni, Y. N. (2002). [Graptolites of China]. *Science Press*. [En chino].

Navarro, J. M., Toro, B. A., Muñóz, D. F. y Herrera Sánchez, N. C. (2019). Taxonomic and biostratigraphic analysis of the Ordovician graptolites from La Ciénaga de Purmamarca, Jujuy Province, Argentina. *Publicación Electrónica de la Asociación Paleontológica Argentina, 19*(R1), R65–R66.

Nicholson, H. A. (1869). On some new species of graptolites. *Annales and Magazine of Natural History, London*, *4*(4), 231–242.

Ortega, G. C. y Albanesi, G. L. (2000). Graptolitos de la Formación Gualcamayo (Ordovícico Medio) en el cerro Potrerillo, Precordillera Central de San Juan, Argentina. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias*, *64*, 17–59.

Ortega, G. C. y Albanesi, G. L. (2003). Late Tremadocian graptolite sequence and conodonts from the Parcha area, Eastern Cordillera, Argentina. *Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO), Serie Correlación Geológica*, *18*, 79–85.

Ortega, G. C., Albanesi, G. L., Heredia, S. E. y Beresi, M. S. (2007a). Nuevos registros de graptolitos y conodontes ordovícicos de las formaciones Estancia San Isidro y Empozada, quebrada San Isidro, Precordillera de Mendoza, Argentina. *Ameghiniana*, *44*(4), 697–718.

Ortega, G. C., Albanesi, G. L. y Frigerio, S. E. (2007b). Graptolite-conodont biostratigraphy and biofacies of the middle Ordovician Cerro Viejo succession, San Juan Precordillera, Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, *245*, 245–263.

Peralta, S. H. y Finney, S. C. (2002). The Upper Ordovician graptolite faunas of the Cuyania Terrane: their biostratigraphic and paleogeographic significance in the western margin of Gondwana. *Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO), Serie Correlación Geológica*, *16*, 41–70.

Portlock, J. E. (1843). *Report on the geology of the county of Londonderry and of parts of Tyrone and Fermanagh*. Grafton-Street, College-Green y Longman, Brown, Green, and Longmans.

Rickards, R. B. y Chapman, A. (1991). Bendigonian graptolites (Hemichordata) of Victoria. *Memoirs of the Museum of Victoria*, *25*(1), 1–135.

Rickards, R. B., Ortega, G. C., Basset, M., Boso, M. A. y Monaldi, R. (2002). *Talacastograptus*, an unusual biserial graptolite, and other Silurian forms from Argentina and Bolivia. *Ameghiniana*, *39*(3), 343–350.

Ruedemann, R. (1904). Graptolites of New York, part I. Graptolites of the lower beds. *New York State Museum Memoir*, *7*, 455–807.

Ruedemann, R. (1935). Description of six new species. *Naturaliste Canadien*, *62*(1), 6–13.

Salter, J. W. (1863). Notes on the Skiddaw Slate Fossils. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, *19*, 135–140.

Serra, F., Feltes, N. A., Ortega, G. C. y Albanesi, G. L. (2018). Lower middle Darriwilian (Ordovician) graptolites and index conodonts from the Central Precordillera of San Juan Province, Argentina. *Geological Journal*, *53*(5), 2161–2177. https://doi.org/10.1002/gj.3043

Serra, F., Feltes, N. A., Mango, M., Henderson, M. A., Albanesi, G. L. y Ortega, G. C. (2020). Darriwilian (Middle Ordovician) conodonts and graptolites from the Cerro La Chilca Section, Central Precordillera, Argentina. *Andean Geology*, *47*(1), 125–143. http://dx.doi.org/10.5027/andgeoV47n1-3229

Skevington, D. (1965). Graptolites from the Ontikan limestones (Ordovician) of Öland, Sweden. 2. Graptoloidea and Graptovermida. *Bulletin of the Geological Institutions of the University of Uppsala*, *43*(3), 1–74.

Spjeldnaes, N. (1963). Some Upper Tremadocian graptolites from Norway. *Palaeontology*, *6*(1), 121–131.

Steinmann, G. y Hoek, H. (1912). Das Silur und Cambrium des

Hochlandes von Bolivia und ihre Fauna. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paleontologie*, *34*, 176–252.

Törnquist, S. L. (1879). Några iakttagelser öfver Dalarna graptolitskiffrar. *Geologiska Föreningens I Stockholm Förhandlingar*, *4*, 446–457.

Törnquist, S. L. (1890). Undersökningar öfven Siljansomradets Graptoliter 1. *Lunds Universitets Årsskrift, New Series*, *26*, 1–33.

Törnquist, S. L. (1901). Researches into the graptolites of the lower zones of the Scanian and Vestrogothian Phyllo-Tetragraptus beds I. *Lunds Universitets Årsskrift*, *37*, 1–26.

Törnquist, S. L. (1904). Researches into the graptolites of the lower zones of the Scanian and Vestrogothian Phyllo-Tetragraptus beds II. *Lunds Universitets Årsskrift*, *40*, 1–29.

Toro, B. A. (1994). Las zonas de *Didymograptus* (*Didymograptellus*) *bifidus* (Arenigiano medio) y *Didymograptus* (*Corymbograptus*) *deflexus* (Arenigiano inferior) en la Formación Acoite, Cordillera Oriental, Argentina. *Ameghiniana*, *31*(3), 209–220.

Toro, B. A. (1995a). Primer hallazgo de graptolitos del Silúrico (Llandoveriano) en la Cordillera Oriental, Provincia de Jujuy, Argentina. *Ameghiniana*, *32*(4), 375–384.

Toro, B. A. (1995b). Biostratigraphical-paleoenvironmental aspects and paleogeographic affinities of the Arenigian graptolite fauna from the western flank of Cordillera Oriental, Argentina. *Graptolite News*, *8*, 61–62.

Toro, B. A. (1997). La fauna de graptolitos de la Formación Acoite, en el borde occidental de la Cordillera Oriental Argentina. Análisis bioestratigráfico. *Ameghiniana*, *34*(4), 393–412.

Toro, B. A. y Brussa, E. D. (1997a). Nuevos hallazgos de graptolitos ordovícicos en la Puna Oriental Argentina. *Ameghiniana*, *34*(1), 126.

Toro, B. A. y Brussa, E. D. (1997b). Graptolitos de la Formación Suri (Arenig) en el sistema de Famatina, Argentina. *Revista Española de Paleontología*, *12*(2), 175–184).

Toro, B. A. y Brussa, E. D. (2001). Revisión de graptolitos del Ordovícico Medio a Superior (familias Nemagraptidae y Diplograptidae) de la Formación Empozada, Provincia de Mendoza, Argentina. *Ameghiniana*, *38*(4), 355–366.

Toro, B. A. y Brussa, E. D. (2003). Graptolites. En J. L. Benedetto (Ed.), *Ordovician fossils of Argentina* (pp. 441–505). Secretaría de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Córdoba.

Toro, B. A. y Brussa, E. D. (2007). Nuevas observaciones sistemáticas de los graptolitos de la Formación Empozada, "Colección Rusconi", Ordovícico Superior de la Precordillera de Mendoza, Argentina. *Ameghiniana*, *44*(1), 231–240.

Toro, B. A. y Herrera Sánchez, N. C. (2019). Stratigraphical distribution of the Ordovician graptolite *Azygograptus* Nicholson & Lapworth in the Central Andean Basin (northwestern Argentina and southern Bolivia). *Comptes Rendus Palevol*, *18*, 493–507. https://doi.org/10.1016/j.crpv.2019.06.002

Toro, B. A. y Lo Valvo, G. A. (2017). Implicancias bioestratigráficas y correlación de nuevos registros de graptolitos del Ordovícico inferior y Medio en la transecta Toquero-Yavi, provincia de Jujuy, Argentina. *Ameghiniana, Suplemento Resúmenes*, *54*(4), 51R.

Toro, B. A. y Maletz, J. (2018). Up-to-date overview of the Ordovician and Silurian Graptolites. En M. S. Riglos, A. D. Farjat y M. A. Pérez Leyton (Eds.), *Fósiles y Facies de Bolivia* (pp. 59–81). Sincronía Diseño & Publicidad.

Toro, B. A. y Vento, B. A. (2013). Reevaluación de las biozonas de *Tetragraptus phyllograptoides* y *Tetragraptus akzharensis* (Ordovícico inferior, Floiano) de la Cordillera Oriental Argentina. *Ameghiniana*, *50*(3), 287–297. https://doi.org/10.5710/AMGH.17.09.2012.541

Toro, B. A., Brussa, E. D. y Maletz, J. (2006). Implicancias bioestratigráficas y paleobiogeográficas de los graptolitos de la localidad de Santa Rosa, Puna Oriental, Argentina. *9° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* (p. 166). Córdoba.

Toro, B. A., Meroi Arcerito, F. R., Muñoz, D. F., Waisfeld, B. G. y de la Puente, G. S. (2015). Graptolite-trilobite biostratigraphy in the Santa Victoria area, northwestern Argentina. A key for regional and worldwide correlation of the Lower Ordovician (Tremadocian–Floian). *Ameghiniana*, *52*(5), 535–557. https://doi.org/10.5710/AMGH.16.06.2015.2905

Toro, B. A., Herrera Sánchez, N. C. y Lo Valvo, G. A. (2023). Revisión y puesta en valor de la "Colección Loss": graptolitos ordovícicos y silúricos provenientes de las provincias de Salta y Jujuy. *Publicación Electrónica de la Asociación Paleontológica Argentina*, *23*(R1), R143.

Tsai, D. T. (1974). [The Early Ordovician graptolites of Kazakhstan]. *Nauka*. [En ruso]

Tullberg, S. A. (1880). Några *Didymograptus*- arter i undre graptolitskiffer vid Kiviks-Esperöd. *Geologiska Föreningens I Stockholm Förhandlingar*, *5*(2), 39–43.

Turner, J. C. M. (1960). Faunas graptolíticas de América del Sur. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, *14*(1–2), 5–181.

VandenBerg, A. H. M. (2017). Revision of zonal and related graptolites of the topmost Lancefieldian and Bendigonian (early Floian) graptolite sequence in Victoria, Australia. *Proceedings of the Royal Society of Victoria*, *129*, 39–74. https://doi.org/10.1071/RS17007

VandenBerg, A. H. M. y Cooper, R. A. (1992). The Ordovician graptolite sequence of Australasia. *Alcheringa*, *16*(1), 33–85.

Vento, B. A., Toro, B. A. y Maletz, J. (2012). New insights into the paleobiogeography of the Early Ordovician graptolite fauna of northwestern Argentina. *Comptes Rendus Palevol*, *11*(5), 345–355.

Waisfeld, B. G., Benedetto, J. L., Toro, B. A., Voldman, G. G., Rubinstein, C. V., Heredia, S., Assine, M. L., Vaccari, N. E. y Niemeyer, H. (2023). *The Ordovician of southern South America. Geological Society, London, Special Publications*, *533*, 133–173. https://doi.org/10.1144/SP533-2022-95

Williams, S. H. y Stevens, R. K. (1988). Early Ordovician (Arenig) graptolites of the Cow Head Group, western Newfoundland, Canada. *Palaeontographica Canadiana*, *5*, 1–167.

Zhang, Y., Zhan, R., Zhen, Y., Wang, Z., Yuan, W., Fang, X., Ma, X. y Zhang, J. (2019). Ordovician integrative stratigraphy and timescale of China. *Science China Earth Sciences*, *62*, 61–88. https://doi.org/10.1007/s11430-017-9279-0

doi: 10.5710/PEAPA.23.03.2024.503

Recibido: 13 de enero 2024

Aceptado: 23 de marzo 2024

Publicado: 3 de julio 2024